MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

TOME XXVIII

FASCICULE 1

J.-M. TURMEL

VÉGÉTATION DE LA CÔTE OUEST DU COTENTIN

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

1949

Prix : 150 fr.

Source · MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Nouvelle série, tome XXVIII, fascicule 1, p. 1 à 72.

VÉGÉTATION DE LA CÔTE OUEST DU COTENTIN

avec les planches I à III

par

Jean-Marie TURMEL.

Sommaire

Introduction. 2

A) Physionomie des dunes. 2

I. *Cordon littoral*. 2

II. *Les dunes en arrière du cordon littoral*. 4

B) Ecologie 5

I. *Facteurs édaphiques* : Variation du niveau du sol : p. 6 ; Analyse granulométrique : p. 7 ; Dureté du sol : p. 15 ; Calcimétrie : p. 17 ; Etude du pH : p. 21.

II. *Facteurs climatériques* : Teneur en eau du sol : p. 21 ; Percolation : p. 25 ; Température du sol : p. 26 ; Température de l'air : p. 32 ; Humidité de l'air : p. 33 ; Evaporation : p. 36.

C) Etude botanique 40

I. *Associations psammophiles* : Dunes mobiles : p. 40 ; Dunes fixées : p. 49.

II. *Associations d'eau douce* 60

III. *Associations halophiles* : La slikke : p. 62 ; le schorre : p. 62.

D) Conclusion 65

Source : MNHN, Paris

Introduction.

Les côtes de France, si remarquablement étudiées déjà au point de vue floristique, commencent à l'être également au point de vue phytogéographique tant sur les plages que sur les côtes rocheuses.

Malheureusement de très grandes lacunes subsistent encore et c'est ainsi que, parmi d'autres régions analogues, la côte Ouest du Cotentin n'a été l'objet que d'une seule étude de date récente. Aussi ai-je entrepris depuis déjà quelques années l'étude des dunes maritimes de cette région.

La côte Ouest du Cotentin orientée N-S. est formée par une suite de baies peu profondes mais très ouvertes et de longueur variable séparées par les promontoires rocheux du Nez de Jobourg, du cap de Flamanville, de la pointe du Rozel, du cap de Carteret, de la pointe du Roc de Granville et enfin de la pointe de Champeaux à Carolles. Entre eux se développent l'anse de Vauville, l'anse de Sciotot, les dunes Nord de Carteret, la région des longues plages qui se suivent, coupées seulement par les havres de Portbail, Surville, Lessay, Geffosses, Blainville, Regnéville et Bréhal, puis au Sud de Granville une nouvelle série de plages allant de St-Pair jusqu'à l'estuaire de la Sélune coupée uniquement par la falaise de Carolles.

Dans cette première note j'étudierai la végétation des dunes du centre de cette région, c'est-à-dire de celles situées entre le havre de Regnéville au Sud et celui de Geffosses au Nord (fig. 1).

Ce travail est divisé en deux grandes parties : la première traite de l'écologie des dunes de la dition, la deuxième étudie les diverses associations en insistant spécialement sur les séries psammophiles et halophiles.

Je dois remercier ici M. et Mme Jovet pour leurs précieux conseils et leurs déterminations et M. Delafosse, de Metz, qui, il y a déjà dix ans, m'a initié sur le terrain aux études phytogéographiques.

A. — PHYSIONOMIE DES DUNES

I. — Cordon littoral.

Sur cette immense plage coupée simplement par le petit ruisseau de Blainville, presque à sec à marée basse, on trouvait, sur toute sa longueur, il y a 15 ans, une dune mobile en formation qui montait doucement au-dessus de la plage et se couvrait de végétation. Maintenant, sur ces 15 kilomètres de côtes, il n'y a plus qu'un seul point où la mer ne gagne pas, c'est au niveau du Grand Banc (n° 4 sur la carte) à la pointe d'Agon.

Partout la dune est plus ou moins détruite, présentant une falaise de sable ayant jusqu'à 5 à 6 m. de haut. Cette falaise recule en certains endroits de plusieurs mètres par an ; ainsi à Gouville on a pu constater un recul du sommet de la falaise de 12 m. en 4 ans ! Ce phénomène produit d'ailleurs de véritables ratastrophes ; sur la commune de Blainville, toutes les constructions placées

Source : MNHN, Paris

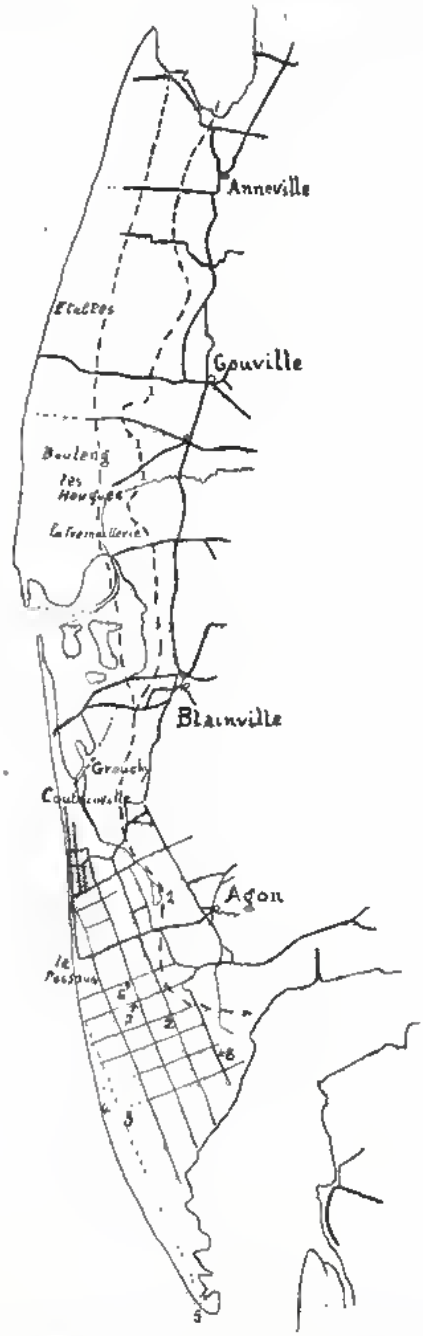


FIG. 1. — La côte Ouest du Cotentin, entre Anneville et Hauteville. Sur la commune d'Agon les chiffres correspondent aux stations étudiées dans le texte ; 1. Mare Délaissée ; 2. Le Mont à Regret ; 3. Les Fosses à Picot ; 4. Le Grand Banc ; 5. L'île du Bout du Banc ; 6. La Charrière du Val ; 7. La Charrière Chitel ; 8. La Charrière du Commerce. (Les traits discontinus indiquent la limite entre les sables des dunes, les alluvions modernes et les vieux terrains.) Echelle au 1/100.000e environ.

Source : MNHN, Paris

sur le cordon littoral (poste du canot de sauvetage, enlevé par la mer il y a 10 ans, maisons des gardiens du phare du Sénéquet disparues il y a 5 ans environ, villas de la plage) ont leurs fondations sapées par la mer et détruites totalement. Cette attaque n'a pas débuté partout en même temps ; si l'on remonte en 1905-1910, il y avait, paraît-il, sur la commune d'Agon à la partie Sud de la digue de Coutainville un affouillement important, alors que la partie Nord de cette digue s'ensablait. Au contraire, vers 1920 on a vu l'attaque débuter sur la partie Nord ainsi qu'à Blainville et se former un ensablement très important dans la partie Sud de la plage d'Agon. Enfin ce n'est que ces toutes dernières années qu'une attaque généralisée s'amorce sur toute la longueur de la côte.

De toutes ces vicissitudes il est résulté d'importantes modifications du cordon littoral, mais c'est surtout au voisinage des havres qu'on constate les transformations les plus notables.

a) Le havre de Geffosses au Nord a été assez peu modifié : sa pointe Sud a seulement quelque peu avancé vers le Nord d'une centaine de mètres tout au plus.

b) La modification la plus profonde est celle qu'a subie le havre de Blainville : tout d'abord de la part de l'homme qui, vers 1905, en a coupé de la mer une grande partie au Sud par la construction d'une ligne de chemin de fer et d'autre part du fait du changement d'orientation des courants. Le cordon littoral au Sud, qui est marqué sur les cartes d'Etat-Major comme ayant près de deux kilomètres, n'en a plus qu'un maintenant ; par contre, il s'est formé à l'Ouest des hautes dunes bordant le Nord du havre un cordon littoral nouveau qui a près de 700 à 800 mètres, reportant ainsi à 800 m. au Sud la sortie du havre. L'intérieur du havre est dans son ensemble peu modifié, à peine peut-on y noter un ensablement général.

c) Enfin pour le havre de Regnéville, sur sa côte NW., il y a depuis l'établissement des cartes la formation de deux cordons littoraux entièrement couverts de végétation qui protègent à l'Ouest celui sur lequel est bâti le phare et entre lesquels la mer pénètre sur une longueur de 300 m. environ. Cette année le cordon le plus à l'Ouest a été en grande partie arasé. Cette attaque de la mer se faisait sentir depuis quelques années (7 ans), car plus de 150 m. de dunes étaient déjà isolés du reste du cordon par suite de l'envahissement de la mer aux grandes marées (île du Bout du Banc) (n° 5 sur la carte).

La côte Sud du havre n'a subi aucune modification notable ; on ne peut signaler qu'une attaque de la première dune sur les communes de Montmartin et de Hauteville.

II. — Les dunes en arrière du cordon littoral.

En arrière de la première dune se trouve une bande de terrains sableux dénommés « *Mielles* » dans la région. Cette bande a en moyenne 1 km. de large, mais elle peut atteindre au voisinage des havres une plus grande profondeur (2,5 km. à la pointe d'Agon, plus de 3 km. au NW. de Créances) ;

Source : MNHN, Paris

elle est ordinairement mollement ondulée, ses dunes étant sensiblement parallèles au rivage, mais en quelques points particuliers il existe des dunes transversales qui réunissent plusieurs des premières et compartimentent alors des parties basses qui offrent une végétation différente de celle des dunes avoisinantes : c'est le cas pour les lieu-dits des Fosses à Picot (n° 3 sur la carte) et du Mont à Regret (n° 2 sur la carte) à Agon, et des Hougues sur la commune de Gouville.

Mais dans l'ensemble c'est le cordon littoral qui forme la plus haute dénivellation et le sol s'abaisse progressivement vers l'intérieur jusqu'au pied des *schistes* et des *diorites* qui forment le rebord du plateau d'Agon ou jusqu'à la limite des *alluvions modernes* qui se localisent au pied des vieux terrains dans les communes de Blainville et Gouville (fig. 2) : c'est à cette limite Est des mielles que courent parallèlement à la côte quelques petits ruisseaux et où se trouvent les mares les plus importantes (Mare Délaissée) (n° 1 sur la carte).

FIG. 2. — Profils généraux des « Mielles » d'Agon et de Gouville ; pointillé : sable ; petits traits horizontaux : alluvions modernes ; croix : terrains anciens.

Par suite donc de ces vallonnements on trouve des stations assez différentes au point de vue des conditions microclimatériques et même édaphiques.

B. — ÉCOLOGIE

Avant d'étudier les diverses associations qui couvrent l'étendue de ces sables, de ces mielles, il faut rechercher quelles sont les conditions édaphiques et climatériques locales qui régissent les diverses stations de ces dunes.

Au point de vue général, la climatologie est celle du Cotentin, c'est dire qu'elle correspond à celle du domaine tempéré-atlantique, à extrêmes peu accentués et à moyenne pluviosité. Pour ce qui est de l'indice d'aridité, il est de 45 en moyenne pour l'année et n'oscille qu'entre les valeurs 28 et 62.

Il faut remarquer que les mielles, qui sont cependant situées au bord de la mer, sont considérées par les agriculteurs comme plus sèches et plus chaudes que les champs des plateaux et vallons du terrain ; ce dernier en effet reçoit davantage d'eau. Cependant le facteur évidemment prépondérant est l'ensemble des conditions édaphiques des stations ; c'est donc par l'étude du sol que je commencerai.

Source : MNHN, Paris

I. — Facteurs édaphiques.

Les notices des cartes géologiques donnent à l'ensemble des dunes fixées ou mielles une origine récente et les montrent composées uniquement de sables coquilliers calcaires.

1° *Variation du niveau du sol.*

L'étude de la formation dunaire de la région atlantique est maintenant bien connue : trié au point de vue granulométrique par la mer sur la largeur de la plage, le sable du haut de plage est repris par les vents dominants, de NW, le plus souvent, et vient s'accumuler autour des obstacles que forment les touffes de plantes des dunes : il y a ainsi élévation de niveau.

Pour connaître les influences auxquelles les plantes ont à réagir, j'ai tout d'abord recherché quel était l'ensablement correspondant à chaque partie des dunes mobiles qui portent chacune un tapis végétal distinct (1). Le moyen le plus simple consiste à examiner les tiges souterraines d'*Eryngium maritimum* qui, comme je l'ai déjà montré, révèlent parfaitement toute l'histoire de l'ensablement de la dune : en mesurant la longueur de croissance de chaque année, on a la hauteur d'ensablement. Pour le haut de plage, c'est sur les tiges d'*Honckeneya peploides* que j'ai opéré. J'ai obtenu les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

N° de plage	*Agropyrum* non fructifié	*Agropyrum fructifié*	*Agropyrum* + *Convolvulus*	*Festuca*	Ass. fixée voisine des dunes mobiles
50-60	50+	35-40-15-40- 36-41-38-40 35+-50+	20-23-35-35-15 17-24-24-25-31 32-26-26-28	18-20-18 14-4-8-11 28-12-13	5-1-6
Pour l'année 1947 les moyennes de ces mesures donnent :					
55 cm.	50+ cm.	37 cm.	25,5 cm.	19,5 cm.	5 cm.

Des mesures faites, loin à l'intérieur des dunes fixées, sur les rares pieds d'*Eryngium maritimum* que l'on peut y rencontrer montrent encore un ensablement voisin environ de 1cm. plus faible que celui constaté pour les dunes fixées très proches des dunes mobiles, et il est à remarquer que l'*E. maritimum* ne se localise dans les dunes fixées que lorsqu'on est en présence de stations à faible couvert végétal et facilement « remaniable », ce qui permet de penser que dans les dunes fixées à tapis végétal fermé, l'élévation de

1. Dans toute la partie traitant de l'écologie, j'ai, dans cet article, désigné les différents tapis végétaux par les dénominations suivantes :
1° *Haut de plage* : association à *Agropyretum-boreoatlanticum* s.-ass. à *Salsola*.
2° *Agropyrum* non fructifié ; 1re bande de l'association *Agropyretum-boreoatlanticum*.
3° *Agropyrum* fructifié ; 2e bande de la même association.
4° *Agropyrum* plus *Convolvulus* ; 3e bande de cette même association.
5° *Festuca* association *Elymeto-ammophiletum*.

Source : MNHN, Paris

niveau ne doit être que de quelques millimètres. C'est ce qui est confirmé par l'examen des vieilles souches d'*Eryngium campestre*, qui lui au contraire affectionne les pelouses fermées, fixées.

Cette première donnée écologique souligne la très grande différence qui existe entre dunes mobiles et fixées ; les premières n'étant pas seulement caractérisées par une grande « ***mobilité*** » des sables, mais aussi par un apport incessant et considérable de matériaux. Les dunes fixées ne subissent que faiblement cet apport, puisque l'ensablement varie dans le rapport de 10 à 1 des premières dunes mobiles aux premières pelouses fixées. Les mesures de cet ensablement permettent en outre, dans les dunes mobiles, de préciser trois zones écologiques dont l'ensablement varie environ du simple au double. Evidemment le tapis végétal, qui souligne parfaitement, comme nous le verrons plus loin, ces précisions écologiques, est en grande partie le principal responsable de cette diminution d'ensablement entre l'Ouest et l'Est des dunes mobiles.

2° *Analyse granulométrique.*

L'analyse granulométrique de 45 échantillons de sols dans les communes d'Agon, de Blainville et de Gouville montre que parmi ces sols les sables maritimes, étudiés au nombre de 38, se décomposent en trois phases principales, celles de 60, de 100 et de 160 (1).

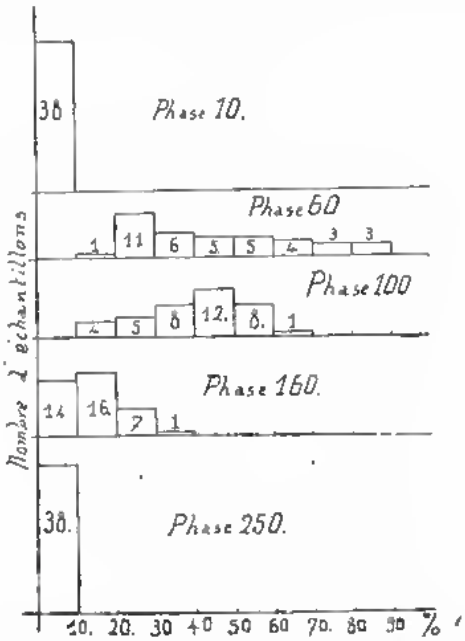


FIG. 3. — Nombre d'échantillons de sable par phase ayant même pourcentage.

1. Pour commodité d'exposition, en granulométrie et en calcimétrie, je nomme phase de 10, 60,... les quantités de sols retenues par les tamis n°s 10, 60... C'est numéros de tamis

Source : MNHN, Paris

Le diagramme de chacun des sables ne donne qu'un seul maximum pour chacun d'eux, mais suivant les localités et les échantillons le maximum se trouve dans l'une ou l'autre des phases 60 ou 100.

D'autre part, lorsqu'on examine pour l'ensemble de ces analyses la distribution en pour cent de chacune des phases, on voit depuis les échantillons ayant 85% de particules jusqu'à ceux qui n'ont que 14% en ce qui concerne la phase 60 une variation continue, sans qu'on puisse donner de délimitation précise dans l'intervalle. Il en est de même pour la phase 100 dont les pourcentages varient entre 11% et 62% ; enfin, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, une autre phase, la phase 160, présente un pourcentage non insignifiant quoique le plus souvent très minime eu égard aux deux autres.

Le diagramme page 7 (fig. 3) montre que le nombre d'échantillons ayant des pourcentages voisins, pour une même phase, présente toujours un seul maximum, mais différemment placé suivant les phases : ainsi pour la phase 10 tous les échantillons sans exception ont moins de 10 % de ces particules et il en est de même pour la phase 250 ; pour la phase 60, le maximum est moins net et seulement 11 échantillons au plus sur 38 ont même pourcentage (ici 20%) ; pour la phase 100 le maximum (12 échantillons) se trouve vers 50% ; enfin pour la phase 160 ce maximum est reporté entre 0 et 20% avec 30 échantillons sur 38.

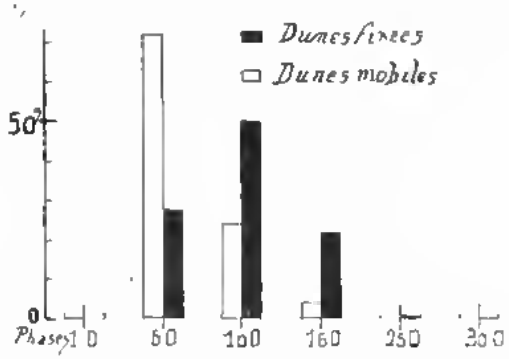


Fig. 4. — Moyennes des analyses granulométriques des sables des dunes fixées et mobiles.

La répartition dans les mielles de ces échantillons montre que ce sont les sables ayant les plus forts pourcentages à la phase 60 qui sont les plus proches de la mer et par conséquent qui sont les moins transformés. Ainsi les échantillons 30 et 31 pris sur la plage, 70 et 71 venant de la zone à *Agropyrum junceum* et à *Convolvulus Soldanella*, 72 et 73, 81 et 82 prélevés au milieu des *Festuca dumetorum*, ainsi d'ailleurs que les échantillons 79 et 80 venant des dunes fixées certes, mais à la limite même des groupements des

sont ceux de l'échelle des tamis américains ; la correspondance entre les numéros de cette échelle et la suite des diamètres des trous des tamis est la suivante :

N°s des tamis	2	10	60	100	160	250	300
Diamètres en mm.	11,9	2,08	0,29	0,16	0,099	0,058	0,04

Source : MNHN, Paris

dunes mobiles, tous ont un pourcentage très élevé en ce qui concerne la phase 60 (fig. 4).

N°s des analyses	30	31	37	43	70	71	72	73	79	80	81	82	Moyenne
Couvert végétal	Haut de plage		Pelouse à *Cladonia*		*Agropyrum* + *Convolvulus*		*Festuca*		Limite des dunes fix. et mob.		*Festuca*		
Profond.	Surf.	15	10	10	5	10	5	10	5	10	5	10	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,07
60	85	76	80,8	59,4	71,5	57,2	65,5	70,0	67,4	56	77,4	83,8	70,8
100	11,2	22	11,8	30,2	24,8	34,6	30,6	25,4	27,2	35,4	19	14,2	24,1
160	2,8	2	3,8	10	3	7,6	3,2	4,2	5,4	8,6	2,6	2	4,4
250 et>	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total ...	99,0	100	99,6	100,2	99,3	99,4	99,3	99,6	100	100	99,2	100	

D'une manière plus précise encore, dans ces premières dunes où le sable est mobile, on constate pour les sables en surface une diminution faible mais progressive quand on s'éloigne de la mer.

Fosses à Picot : phase 60.

Plage	*Agropyrum* + *Convolvulus*	*Festuca dumetorum*	Dunes fixées proches
85 (St. 30)	71,5 (St. 70)	65,5 (St. 72) 77,4 (St. 81)	67,4 (St. 79)

Trois sables, les numéros 37, 39 et 43 éloignés cependant de la mer et sous couvert de végétation important, ont encore une phase 60 prépondérante (80,8 ; 53,4 ; 59,4 %) ; l'explication de ce fait est simple : les prélèvements ont tous été faits vers 10 cm. de profondeur, à un niveau où l'action des racines des plantes est considérablement diminuée sinon nulle. La granulométrie du niveau superficiel de ces mêmes stations traduit au contraire l'usure de la végétation, puisque les pourcentages correspondants sont 39,4 ; 33,4 ; 48 (analyses n°s 36, 38, 42).

Une analyse a été faite au bas de la plage (n° 2) ; si, en moyenne, pour les phases 60 et 100 ce prélèvement ressemble beaucoup aux sables des dunes mobiles, il s'en distingue cependant nettement par un pourcentage non négligeable de 4 % dans la phase 10, dû aux grosses particules non encore séparées du sable fin par le tri granulométrique qu'opère la mer sur toute la largeur de la plage.

Phases	2	10	60	100	160	250 et plus	Total
Bas de plage	0	4	64	27	6	0	101

Source : MNHN, Paris

De même, si l'on étudie maintenant les sables des vieilles dunes fixées, on constate que pour la grande majorité, c'est à la phase 100 que se présente le maximum de particules (nos 9, 10, 11, 12 à la charrière (1) du Val et à la Mare Délaissée ; 32, 33, 34, 35 et 41 au Mont à Regret et 77, 78 à Gouville ; enfin 74, 75, 76 dans les mielles cultivées d'Agon).

Nos anal.	9	10	11	12	32	33	34	35	41	71	75	76	77	78	Moyenne
Couvert végétal	Chre du Val N.		Mare Délaissée		Mont à Regret		*Salix repens*		Chre Chitel	Chre Chitel	Pré cultivé		*Tortula*		
Pr.	5	10	5	20	5	10	1	10	10	7	5	15	5	10	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0,2
60	32	23,8	27,3	20	28,1	30	29,8	24,5	21,2	21,2	31,0	32,2	23,2	14,1	26,5
100	51,2	52,0	50	53,2	48,2	52,2	49,6	52,5	51,0	53	48,2	47,2	47	53,1	50,8
160	16,2	23,8	18,6	21,1	21,8	17,6	19,8	22	21	23,0	17,8	18,2	29,1	32,2	22,0
250	0,7	0,7	1	0,2	0,1	0,2	0,8	0,8	0	1,8	1	1	0,6	0,2	0,7
>	0	0,3	0,1	0	0,2	0	0,2	0	0	0,6	0,4	0,4	0,2	0	0,17
Total	100,3	100,6	99,0	100,8	99,2	100	100,2	100	99,8	100,2	99,4	99,2	100,4	100,2	

A remarquer qu'à part les stations 77 et 78 où l'usure est encore plus exagérée et où la végétation est un peu différente, comme je le montrerai plus loin, toutes ces stations, disséminées cependant sur toute l'étendue des mielles, présentent une constance frappante dans les phases 60 et 100. De plus la confrontation des deux tableaux montre bien l'usure caractéristique des particules due à la végétation quand on passe des dunes mobiles aux dunes fixées.

L'étude complète de la station 11 (Mare Délaissée) à 5 cm. de profondeur correspond à un apport anthropozoogène qui a ramené à partir des terres franches cultivées voisines une certaine quantité de grosses particules (phase 10 : 2 %). En effet, si on se reporte aux analyses des terres du plateau qui domine la Mare Délaissée, on constate pour la phase 10 un gros pourcentage (12 à 18 %) de sable grossier.

Enfin il reste 10 échantillons de sol étudiés qui ne peuvent rentrer ni dans la catégorie des sables des dunes mobiles, ni dans celle des vieilles dunes très usées. Leur localisation est dispersée dans les dunes ; ils sont les conséquences de vicissitudes strictement locales bien plus que de l'évolution générale de la dune. Leurs caractéristiques granulométriques les font varier

1. Charrières : pistes sableuses se croisant à angle droit dans les mielles (N-S et E-W), s'allongeant sur plusieurs kilomètres, tracées dans la deuxième moitié du siècle dernier au moment de l'essai d'amélioration des dunes de la pointe d'Agon (Charrière Chitel n° 7 et charrière du Val n° 11 sur la carte).

Source : MNHN, Paris

N°s des analyses	3	4	5	11
Stations	Terre de jardin	Bas-côté de route	Levée de terre	Pelouse à Mare Délaissée
Profondeur	Surface	Surface	Surface	5 cm.
2	0	0	0	0
10	18	12	11,1	2
60	38	34	38	27,3
100	22	23,5	21,8	50,2
160	12	15	16,3	18,6
250	5,5	8	12,3	1
>	4	7	1,1	0,1
Total	99,5	99,5	100,0	99,2

de façon continue de l'une à l'autre des deux catégories comme l'indique le tableau suivant :

N°s des analyses		39	8	36	12	15	7	10	6	14	38	
Stations	Dunes mob.	Mt à Rt Pte S.	Chre Val	Pelouse à *Cladonia*		*Salix*	Chre Val Pte S.	Mt à Rt Pte N	Pelouse	*Salix repens*	Mt à Rt Pte S.	Dunes fixées
Prof.		10	10	5	3	10	2	3	5	3	3	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0,07	0	0,2	0,4	0	0	0	0	0,8	0	0,4	0,2
60	70,8	53,4	51,2	49,4	18	46,1	43,8	11,9	36	33,8	33,4	26,5
100	24,1	35	36,2	31,4	39,2	40,7	42,1	41,5	45,7	49,8	47,4	50,8
160	4,4	11,4	13,2	13,8	11,6	12,4	13	16	14	15,8	17,8	22,0
250	0	0	0,2	1,8	0,4	0,0	0,2	0,2	2	0,4	0,6	0,7
>	0	0	0	0,4	0	0	0,1	0	0,8	0	0	0,17
Total ..		99,8	101	101	99,2	99,2	99,2	99,6	99,3	99,8	99,6	

On remarquera d'ailleurs à propos de ce tableau dont les stations sont toutes dans les dunes fixées que celles qui se rapprochent le plus des types de stations à dunes mobiles proviennent d'échantillons de profondeur, sauf les deux pelouses à *Cladonia* (36, 42), qui devaient avoir à leur origine une granulométrie à très nombreuses grosses particules ; alors que ce sont les échantillons de surface qui se rapprochent du type des dunes fixées : ce fait confirme la classification établie précédemment, bien que je n'aie pu ranger ces dernières stations dans l'une ou l'autre des deux grandes catégories sus-indiquées.

Dans les lignes précédentes, j'ai montré comment se faisait la modifica-

Source : MNHN, Paris

tion des sols : après un seul apport homogène de sable de plage à grosses particules, il y a usure progressive par la végétation comme on le constate dans les dunes fixées aussi bien pour les sables de surface que de profondeur. Une remarque pour terminer s'impose : constate-t-on dans les dunes fixées de la surface vers la profondeur une usure de moins en moins poussée ? Sur ce point nos résultats sont un peu décevants, car sur 12 stations (24 analyses) on trouve 6 stations (cf. anal. nos 36-37) ayant subi leur usure maxima dans les premiers centimètres (granulométrie normale), 2 dont l'usure est sensiblement la même à 5 et à 10 cm. et 4 qui ont plus de particules fines en profondeur (granulométrie inverse) qu'en surface (3 de ces derniers cas pouvant s'expliquer par une action anthropozoogène). Dans les dunes mobiles l'action d'usure ne se fait sentir qu'à partir de la formation à *Festuca* (cf. 72-73 ; 81-82) et encore très légèrement (fig. 5).

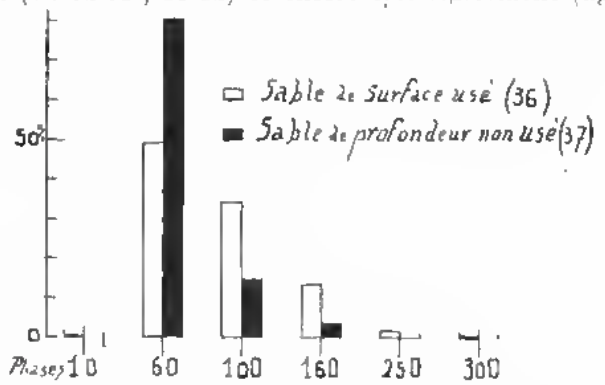


FIG. 5. — Diagramme granulométrique de deux sables : l'un de surface (usé, n° 36), l'autre de profondeur (non usé, n° 37).

ASSOCIATIONS FIXÉES.

Nos des analyses	7	8	32	33	36	37	38	39	12	43	14	15
Stations	Chre du Val Pte S.		Mt à Regret Pte N.		*Cladonia*		Mt à Regret		Pelouse à *Cladonia*		*Salix repens*	
Prof.	2	10	5	10	5	10	3	10	3	10	3	10
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0,2	0	0	0,4	0	0,4	0	0	0,6	0	0
60	43,8	51,2	28,4	30	49,4	80,8	33,4	53,4	48	58,4	33,8	46,1
100	42,1	36,2	48,2	52,2	34,4	14,8	47,4	35	39,2	30,2	49,8	40,7
160	13	13,2	21,8	17,6	13,6	3,8	17,8	11,4	11,6	10	15,8	12,4
250	0,2	0,2	0,6	0,2	1,8	0,2	0,6	0	0,4	0	0,4	0
300	0,1	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0
>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total . .	99,2	101	99,2	100	100	99,6	99,6	99,8	99,2	100,2	99,8	99,2

Source : MNHN, Paris

Nos des analyses	11	12	75	76	9	10	34	35	10	41	77	78
Stations	Mare Délaissée		Pré cultivé		Chre du Val Pte N.		*Salix repens*		Chre Chitel Pte N.		*Tortuletum*	
Prof.	5	20	5	15	5	15	1	10	3	10	5	10
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	0	0,4	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0
60	27,3	26	31,6	32,2	32	23,8	29,8	24,6	41,0	24,2	23,2	14,4
100	50	53,2	48,2	47,2	51,2	52,0	49.6	52,6	41.5	51.6	47	53,4
160	18,6	21,4	17,8	18,2	16,2	23,8	19,8	22	16	24	29,4	32,2
250	1	0.2	1	1	0,7	0,7	0,8	0,8	0,2	0	0,6	0,2
300	0,1	0	0,4	0,4	0	0,3	0,2	0	0	0	0,2	0
>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total . .	99,0	100,8	99,4	99,2	100,3	100,6	100,2	100	99,6	99,8	100,4	100,2

Associations mobiles.

Nos des analyses	72	73	81	82	30	31	70	71	79	80
Stations	*Festuca*		*Festuca*		Haut de plage		*Agropyrum* + *Convolvulus*		Entre dunes mobiles fixées	
Prof.	5	10	5	10	Surf.	15	5	10	5	10
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
60	65,5	70	77,1	83,8	85	76	71,5	57,2	67,4	56
100	30,6	25,4	19	14,2	11,2	22	24,8	34,6	27,2	35,4
160	3,2	4.2	2,6	2	2,8	2	3	7,6	5,4	8,6
250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300 et plus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	99,3	99,6	99,2	100	99,0	100	99,3	99,4	100	100

Pour ce qui est des associations dans les stations de marais, c'est l'apport maritime (tangue) bien plus que le tapis végétal qui est le facteur modificateur.

Les sept analyses de sol nos 46 à 52 correspondent à trois stations sur le rebord Ouest du ruisseau de Blainville dans la partie Nord du havre. Les deux échantillons 46 et 47 montrent un sol moyen de dunes que l'on peut ranger dans le dernier groupe envisagé ci-dessus ; cette station se trouve exactement au niveau des laisses des plus hautes mers de vive eau. La station des échantillons 48 et 49 placée dans les touffes de *Juncus maritimus*, encore assez peu différente des deux précédentes quant aux phases 60, 100 et 160,

Source : MNHN, Paris

marque au contraire pour les phases 250 et 300 un net apport de particules fines surtout dans la partie superficielle (éch. 48) : en effet les phases 250 et 300 ont un pourcentage de 3 % à 3 cm. de profondeur et l'échantillon 49 donne 1 % seulement à 15 cm.

Enfin pour la dernière station, au milieu du tapis d'*Obione portulacoides* les phases 250, 300 et supérieures à 300 ont un pourcentage important, mais on constate toujours en profondeur le retour à un sable plus grossier et ce fait est très explicable, car la tangue est ici transgressive sur les sables maritimes.

N°s des analyses	16	17	18	19	50	51	52
Stations	Laisses de fin mer		*Juncus maritimus*		*Obione port.* + *Salicornia*		
Profond.	5	15	3	15	5	10	20
2	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
80	16,8	37,0	11,2	28,1	28,8	36,4	43,2
100	36,6	42,1	36,0	18	41,8	10,9	41,6
160	15,6	18	14	21,4	16,4	15	13,2
250	0,2	2,0	2,6	1	3,8	2,2	0,0
300	0,1	0,1	0,4	0	1,6	1,4	0,6
>300	0	0	0	0	4	3,4	0,6
Total	99,3	100,1	100,8	99,8	99,4	99,3	99,8

Très peu d'études botaniques, à ma connaissance, étudient la composition granulométrique des sables maritimes. Seul KUHNHOLTZ-LORDAT donne des analyses (10) un peu rompiètes des sables du Lido de Villeroy entre Cette et les Onglous, provenant des travaux de LAGATU.

La comparaison de ces résultats et de ceux que j'ai obtenus montre une assez bonne concordance pour les sables non usés... mais le manque de précision tant au point de vue granulométrique qu'au point de vue situation exacte des prélèvements ne permet pas de plus amples comparaisons. M. PRENANT dans plusieurs de ses articles fait une étude très poussée des sables de la pointe de Quiberon (*Trav. St. Biol. Roscoff*, fasc. 10, p. 37, 1932 et *Arch. Zool. Exp. Gen.*, LXXIV, 1933). Ses analyses ne portent pas sur les mêmes niveaux que ceux que j'ai étudiés ici, mais en ce qui concerne les plages étudiées (Anses de Trehennarvern et de Locmariaquer) il semble bien que la granulométrie soit semblable à celle des sables de ma station. PRENANT déclare en effet : « A tous niveaux, en somme, la plage de Trehennarvern ne comporte que des sédiments grossiers. »..... « De même encore la plage de Locmariaquer presque entière, et jusqu'aux niveaux inférieurs, est formée de sables grossiers et graveleux, foncés, peu calcaires. »..... « Malgré la variété des sédiments, on peut systématiser leurs caractères. Tout se

Source : MNHN, Paris

passe comme s'il existait trois types de sables élémentaires, diversement mêlés d'un point à un autre et dans chacun desquels les proportions des grains arrêtés entre deux tamis successifs se distribuent suivant une courbe à un seul maximum. Pour un de ces types, assez gros, le maximum correspond au tamis 20-30, pour le second le maximum correspond au tamis 60 et pour le troisième le maximum correspond au tamis de 160. » Tous ces renseignements montrent donc que les plages ont principalement des éléments assez gros ; ce qui concorde pleinement avec ce que j'ai obtenu pour ce type de station sur la côte Ouest du Cotentin. Enfin le travail d'ADRIANI, sur les vases salées de Goerée, montre, comme substratum des associations de marais, des vases à éléments beaucoup plus fins que dans le marais de Blainville ; il est vrai que ce marais est très sableux même par rapport aux autres de la région. Seule l'analyse n° 12 d'ADRIANI, prise dans le *Chenopodietalia*, peut être comparée à mes résultats. En conséquence, avant d'essayer toute généralisation, il faut multiplier sur de très nombreux points du littoral français, belge et hollandais les analyses granulométriques de stations comparables, prises et analysées de la même façon.

3° *Dureté du sol.*

Le troisième facteur physique important, après la variation de niveau et la granulométrie, pour la caractérisation des terres est la *dureté du sol*. Je l'étudie par le plus ou moins grand enfoncement d'une tige rigide sous différentes charges ; l'axe de la tige ayant un diamètre de 4,0 mm. et une longueur de 12,5 cm., le poids de l'appareil étant, sans charge additionnelle, de 63,5 gr. (fig. 6).

Les nombreuses mesures que j'ai pu faire montrent une dureté assez variable en des points même rapprochés, mais dans l'ensemble, si l'on compare les résultats obtenus pour chacune des zones établies précédemment dans les dunes mobiles, on voit apparaître une certaine cohésion : c'est évidemment dans les endroits les moins herbus que la régularité est la plus grande. Pour les dunes mobiles, où j'ai effectué le plus grand nombre de mesures (Grand Banc, au Nord des Fosses à Pieut), après le haut de plage où la dureté est assez faible, en gagnant le petit rebord où se trouvent les premières plantes, on constate une augmentation régulière qui se continue jusqu'au haut de la pente ; immédiatement derrière, au milieu des *Agropyrum*, la dureté diminue considérablement pour osciller ensuite faiblement jusqu'aux formations fixées. Le graphique ci-après donne les divers enfoncements en fonction de la charge, à travers le haut de plage, les dunes mobiles et très schématiquement pour les dunes fixées, en trois stations précises. Cette dureté variable est en relation étroite avec l'apport de sable : la dureté étant la moins grande là où le sable a été davantage accumulé.

Moins de mesures ont été faites loin à l'intérieur des dunes fixées : elles permettent cependant de constater que la dureté est là considérablement augmentée tant dans les couches superficielles qu'en profondeur ; seule la mesure

Source : MNHN, Paris

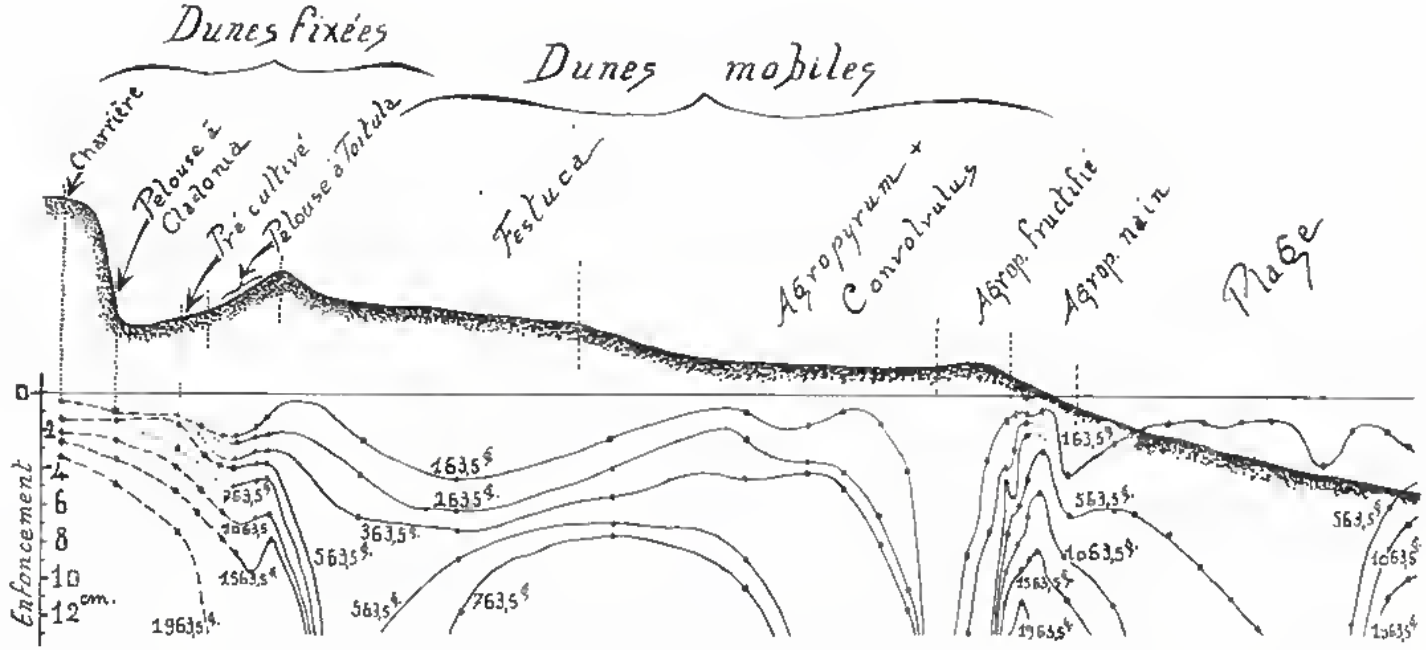


FIG. 6. — Profil des dunes au Grand Banc, Pointe d'Agon et diagramme analytique des duretés du sol en divers points du profil (théorique pour les dunes fixées).

Source : MNHN, Paris

faite dans un pré montre un léger ameublissement dans les couches vers 10 cm. de profondeur. La variation importante que l'on remarque pour les diverses associations peut donc permettre de conclure que l'établissement et le maintien des plantes est lié pour une part non négligeable à ce facteur. L'analyse des enfoncements suivant la charge pour une même station et la comparaison des divers enfoncements entre les différentes stations sous une même charge seraient certainement encore plus instructives en opérant avec un axe d'assez grande longueur, ce qui permettrait plus d'amplitude dans les charges et une exploration plus profonde du sol. Peu de travaux font état, je crois, de semblables recherches, cependant M. Prenant, en 1933, préconise ce genre d'étude et publie postérieurement quelques résultats sur ce sujet, conjointement à la granulométrie des sables, en vue de préciser les nécessités écologiques de certains organismes. D'autre part, dans un article paru en 1938, Van der Meer présente un appareil précis et enregistreur qui, dit-il, pourrait être utilisé dans ces mêmes recherches.

Après l'examen des propriétés physiques du sol, je vais étudier dans les deux prochains paragraphes deux des principaux facteurs chimiques : la teneur en calcaire et le pH.

4° *Calcimétrie.*

Mes études ont porté sur 65 analyses dont 42 fournissent la teneur en calcaire phase par phase, alors que les 23 autres ne donnent que le pourcentage du calcaire total.

Le plus grand nombre des analyses ont été faites sur les sables des mielles, car seulement trois échantillons de terre franche et sept autres en provenance du havre de Blainville (sable et tangue mélangés) ont été analysés. Pour les dunes, si l'on compare rapidement les résultats, on constate d'importantes variations, mais toujours d'assez fortes teneurs en calcaire, jamais moins de 7 %. Ainsi apparaît le caractère décisif pour l'ensemble de ces sols.

J'ai recherché quelles pouvaient être les relations entre les fortes variations de calcaire et les diverses caractéristiques géographiques et biologiques des stations où ont été faits les prélèvements. Avec l'augmentation du couvert végétal, comme le pensait Hocquette, on constate au point de vue de la calcimétrie totale une diminution progressive du calcaire. Mais il faut faire un grand nombre de mesures pour voir apparaître quelques différences présentant une certaine sécurité et encore sont-elles faibles. Ainsi on trouve pour les plages dans les 18 %, pour les associations des dunes mobiles 16,5 environ et à peine 15 % pour les associations des dunes fixées.

Si l'on compare, comme je l'ai fait en granulométrie, ces résultats à ceux des terres franches du plateau avoisinant, l'on trouve de très fortes différences, car ce sont alors seulement des teneurs de 5 % qui se présentent. La décalcification des couches superficielles par rapport à celles de profondeur, qui est en accord, quand le couvert végétal augmente, avec la diminution

Source : MNHN, Paris

progressive du calcaire et avec l'usure granulométrique des sols, est un fait remarquable et quasi constant dans les dunes. Ainsi sur les 21 stations étudiées, 1 seulement présentent le phénomène inverse et, de celles-là, deux (anal. nos 9-10 ; 30-31) peuvent être considérées comme sensiblement de même teneur en calcaire aux deux profondeurs et les deux autres (anal. nos 40-41 et 79-80) s'expliquent par deux inversions granulométriques (particules de grosse taille en plus grande abondance en surface qu'en profondeur pour les stations à fort couvert végétal).

Teneurs en calcaire suivant la profondeur (1).

7	8	9	10	11	12	23	24	28	27	28	29	30	31
Ch^{re} du Val Pte S.		Ch^{re} du Val Pte Nord		Mare Delaissée		Haut de plage		Pelouse à *Cladonia*		M^{l} à Regret		Plage	
2	10	5	10	5	20	3	20	5	10	3	10	Surf.	15
18,6	21	17	16,2	11,6	19,7	17,4	18,6	9,6	16,8	11,9	19,2	21	1,6

32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
M^{l} à Regret Pte Nord		*Salix repens* XVI		M^{l} à Regret SW. (*Cladonia*)		M^{l} à Regret Pte Sud		M^{l} à Regret Pte Nord		M^{l} à Regret (W) (*Cladonia*)		*Salix repens* X-XI	
5	10	4	10	5	10	3	10	3	10	3	10	3	10
10,0	10,5	9,1	11,3	10,5	18,8	13,1	13,3	18,1	18,2	15,8	16,9	10	12,9

48	49	50	51	72	73	75	76	77	78	79	80	81	82
Juncus maritimus Blainville		*Agropyrum Convolvulus*		*Festuca*		Pré cultivé		Gouville Pte SW.		D^{e} fixée très près D^{es} mobiles		*Festuca*	
3	15	5	10	5	15	5	15	5	10	5	10	5	10
8,3	13,8	15	19,3	14,3	16,9	12,7	13,1	13,8	18,8	15,9	14,3	14,9	17,6

1. Dans chacune des trois parties de ce tableau, les nombres de la 1re ligne designent les Nos des analyses, les noms de la 2e correspondent aux noms des stations, les nombres de la 3e ligne donnent les profondeurs en cm. et ceux de la 4e les teneurs en calcaire de la station correspondante.

Source : MNHN, Paris

Si maintenant l'on compare la teneur en calcaire aux deux profondeurs de 5 et de 10 cm. entre les diverses stations, ce sont semble-t-il les associations du bord de plage qui présentent le moins de différence entre la surface et le fond. Pour les terrains des vieilles dunes, les différences sont assez variées d'une station à une autre suivant le degré du couvert végétal : ainsi sur les pentes exposées au Sud (3 stations) la différence est de 3,80, pour les pentes Nord de 7,3 (1 station), sous les tapis de *Cladonia* (le plus souvent pente Ouest) 6,5 (3 stations), mais pour les stations de *Salix repens* seulement 3,9 (2 stations) (1) ; enfin près de la Mare Délaissée dans un terrain sableux très transformé et très humide 8,16 (1 station). Au contraire, pour un prélèvement fait dans une dune améliorée par la culture depuis de longues années, la différence de calcaire est très faible, seulement 0,87 % ; évidemment il y a eu là apport de tangue calcaire qui est dans la région et principalement dans les dunes l'engrais le plus employé.

Pour ce qui est des associations des prés-salés, dans le marais de Blainville, on remarque que pour ce facteur il n'y a qu'une action superficielle, puisque en profondeur on retrouve les mêmes éléments que dans les dunes ; les analyses nos 50, 51, 52 mettent en évidence les diverses étapes de cette modification suivant la profondeur.

PUCCINELLIETUM MARITIMAE.

Nos des analyses	50	51	52
Profondeur	5 cm.	10 cm.	20 cm.
Pourcentage total	13,4	12,3	12,1

Les deux analyses 48 et 49, déjà citées, montrent l'action prédominante du tapis végétal (*Juncus maritimus* et *Statice limonium* en tapis très serré) par rapport à l'apport de calcaire maritime, très faible comme l'indiquent les trois analyses précédentes.

Si l'on examine maintenant le pourcentage de calcaire de chaque phase, on constate ordinairement une baisse à partir des phases 10 et 60 pour atteindre le minimum à la phase 100 ou 160 de préférence ; mais ensuite dans les phases à particules très fines, chaque fois que j'ai pu les analyser, il est apparu une augmentation considérable de la teneur en calcaire ainsi que le montre le tableau qui suit.

Les hauts pourcentages constatés dans ces phases à petites particules n'affectent cependant guère la teneur globale en calcaire, car le poids de ces phases est une part insignifiante dans le poids total de ces terres.

1. Prélèvements pris seulement sur le bord des deux stations.

Source : MNHN, Paris

POURCENTAGE DE CALCAIRE PAR RAPPORT AU POIDS DE CHAQUE PHASE.

N°s des analyses	10	30	31	32	34	35	48	49	50	51	52	74	75	76
Profond.	10	0	10	5	1	10	3	15	5	10	20	3	5	15
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	21,2	21	16,6	22,7	15,1	17,1	7,4	16,1	13	12,9	14,2	18,5	14,7	17,0
100	14,0	14,0	14,0	16,2	6,9	12,9	4,8	12,7	10,9	10,3	10,2	12,3	12,3	11,7
160	11,8	20	18,5	12,4	7,8	13,3	6,8	12,1	12,1	11,5	11,2	15	10,2	10,3
250	36			14		41,6	8,8	22,8	27,0	25,2	34,3	28	18,4	19,6
300									26,9	30,0	25,6			
>300									23,5	27				

Le relèvement est moins bien caractérisé quand il s'agit de terres franches.

Numéros des analyses	Phases	10	60	100	160	250	300	> 300
3	Surface	0	10	7	8	12	12	10
4	Surface	0,1	6	3	2.5	2,5	2,5	2,8
5	Surface	1,2	6,2	5,2	5,8	7,5	6,3	

Il est intéressant de rechercher comment le calcaire a diminué en surface par rapport aux couches inférieures, dans chacune des phases en fonction du tapis végétal. Dans les deux tableaux ci-dessous je donne quelques-uns des résultats obtenus.

N° des analyses	11	12	34	35	36	37	38	39	70	71	77	78	81	82
Stations	Mare Délaissée		*Salix repens*		Pelouse à *Cladonia*		M^à Regret Pte Sud		*Agropyrum* + *Convol.*		Gouville Pte SW.		*Festuca*	
Profond.	5	20	1	10	5	10	3	10	5	10	5	10	5	10
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	5,0	6,9	4,5	4,2	5,8	15,3	6,4	12,9	12,5	14,1	4,2	3,4	12,6	15,8
100	4,9	9,9	3,4	6,8	2,7	3,0	4,6	6,8	2,2	4,7	5,6	8,0	2,0	1,5
160	1,6	3,0	1,5	2,9	0,9	0,5	2,4	1,5	0,3	0,9	3,4	5,4	0,3	0,3
250	0,1	0	0	0,4	1,1	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Total	11,6	19,8	9,4	14,3	10,5	18,8	13,4	21,2	15,0	19,7	13,7	16,8	14,9	17,6
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	18,5	26,1	15,1	17,1	11,8	19,0	19,5	24,3	17,7	24,7	18,0	23,3	16,3	18,0
100	9,7	18,6	6,9	12,9	7,9	20,4	11	13,7	9,0	12,6	11,9	15,1	10,4	10,5
160	8,8	13,9	7,8	13,3	6,6	12,9	10,1	13,7	10	11,7	11,7	16,6	11,0	12,9
250	0	0	0	41,6	5,5	0	0	0	0	0	26,7	0	0	0

Source : MNHN, Paris

La comparaison des analyses fractionnées à 5 et à 10 cm. de profondeur montre ordinairement une diminution du calcaire pour toutes les phases, qu'on examine les pourcentages par rapport soit au poids de l'échantillon étudié (tableau supérieur), soit au poids de la phase correspondante (tableau inférieur).

5° *Etude du pH.*

Pour ce dernier facteur chimique, malgré le nombre de mesures (36) l'on ne peut donner de conclusions précises à cause des différences importantes que l'on rencontre dans des stations de même type, c'est-à-dire ayant même couvert végétal. Il semble cependant que les associations mobiles, ou du moins les associations proches de la mer, ont un pH plus basique que les associations des dunes fixées, au moins dans cette dition. De même pour les stations à fort couvert végétal, on remarque une diminution du pH des couches profondes vers la surface ; on peut donc penser que, comme pour la diminution du calcaire, dans ces sols c'est le tapis végétal qui provoque cette acidification. Comme le pensait Hocquette, il ne semble pas possible de voir de parallèlisme rigoureux entre pH et décalcification. Une étude reste à faire pour voir comment le tapis végétal provoque cette acidification sans entraîner pour cela une décalcification régulière (substances de tamponnage ?).

pH	Prof.	Stations	N°s	pH	Prof.	Stations	N°s
8,1	15 cm.	*Festuca*	73	7,2	10 cm.	Pte Sud Chre du Val	8
7,9	10	M¹ à R¹ Pte N.	33	7,2	Surf.	Plage	30
7,9	10	Gouville SW.	78	7,2	15 cm.	id.	31
7,8	5	*Festuca*	81	7,1	10	*Agropyrum + Convolvulus*	71
7,8	10	id.	82	7,0	3	*Juncus maritimus*	48
7,7	10	*Salix* St. X-XI	45	7,0	10	M¹ à R¹ Pte Sud	30
7,6	5	*Agropyrum + Convolvulus*	70	7,0	10	M¹ à R¹ Sud (*Cladonia*)	37
7,5	15	*Juncus maritimus*	49	7,0	5	Pte Sud Chre du Val	7
7,4	15	Laisse de mer, marais	47	7,0	10	Limite Dés mob. et fix.	80
7,4	5	*Puccinellietum*	50	7,0	10	Pré cultivé	76
7,4	10	id.	51	7,0	3	Charrière	74
7,4	15	id.	52	7,0	3	M¹ à R¹ Pte Sud	38
7,3	10	M¹ à R¹ (*Cladonia*)	43	7,0	5	Gouville SW.	77
7,3	5	Laisse de mer, Gouv.	46	7,0	5	Pré cultivé	75
7,2	3	M¹ à R¹ (*Cladonia*)	42	7,0	5	M¹ à R¹ Pte Nord	32
7,2	5	*Festuca*	72	6,9	5	M¹ à R¹ Sud (*Cladonia*)	36
7,2	5	Limite Dés mob. et fix.	79	6,8	5	*Salix repens* St. X-XI	44
7,2	10	*Salix* St. XIV-XV	35	6,8	4	*Salix repens* St. XIV-XV	34

II. Facteurs climatériques.

6° *Teneur en eau du sol.*

J'ai rangé avec les facteurs climatériques la teneur en eau du sol, car ce facteur ainsi que la thermométrie du sol sont tous deux étroitement liés

Source : MNHN, Paris

aux conditions climatériques locales, saisonnières et même journalières.

La première caractéristique qui découle d'un examen rapide est la faible teneur en eau du sol même pendant l'hiver, à part de rares exceptions. L'analyse des diverses conditions dans lesquelles ont été pris les échantillons m'a montré qu'importaient en premier lieu : la climatologie des jours précédents, puis la profondeur, enfin l'exposition. Pour la climatologie il n'est pas besoin de longues expériences pour vérifier l'augmentation des teneurs après les journées pluvieuses ; pour la profondeur (les prélèvements ayant été faits tous dans l'après-midi), deux cas sont à considérer suivant que l'évaporation a asséché peu ou beaucoup les couches superficielles (c'est-à-dire lorsque pour ces stations le couvert végétal est faible ou très dense). Dans le cas des stations des dunes fixées, que ce soit l'hiver ou l'été, on constate toujours une augmentation dans les couches superficielles par rapport aux couches plus profondes :

N°s des analyses.....	7	8	11	12	26	27	28	29	58	59
Stations.....	Chre du Val Pte Sud		Mare délaissée		M1 à R1 W. (*Cladonia*)		M1 à R1 N. *Ulex*		*Salix* St. X-XI	
Date	7 février		7 février		25 août		25 août		28 août	
Profondeur	2	10	5	20	5	10	3	10	3	10
Pourcentage	5,8	2,8	33,4	12	6,5	1,8	4	1,8	4,8	0,8

Cette plus forte quantité d'eau dans les couches superficielles est due à la forte teneur en particules fines (principalement en humus) (1) qui se trouve dans ces couches et au réseau fin et serré du chevelu radiculaire des nombreuses graminées qui couvrent le sol. Ces plantes empêchent également l'insolation des sables et, par suite, leur trop grand dessèchement. Au contraire, pour les stations à faible couvert végétal ou même à sol nu, on trouve une augmentation de la teneur en eau avec la profondeur :

Numéros des analyses	23	24
Station	Haut de plage	
Date, heure	16 h. 25 VIII	
Profondeur	3	20
Pourcentage	0,2	5,5

1. Comme le montrent également les deux analyses de terres fraîches que j'ai pu faire le 2 février. N° 1 : 33 ‰ et N° 5 : 32 ‰ en surface.

Source : MNHN, Paris

Enfin l'exposition joue un rôle non négligeable principalement pendant l'été où les pentes exposées au Sud ont des conditions beaucoup plus rigoureuses que toutes les autres stations. Je donne dans les tableaux suivants la marche de l'asséchement des sables, suivant les diverses orientations au cours d'une belle journée (14 août 1947) (Fosses à Picot).

N°s des analyses	11	13	15	16	17	18	19	20	21	22
Orientation	Ouest			Nord			*Festuca*		Sud	
Heure	8	11,30	18,30	8	11	18,50	11,30	18	8	18
Teneurs en eau	1,5	1	1	0,5	0,3	0,3	1	0,6	0,4	0,3

N°s des analyses	9	10	53	54	56	57
Localité.....	Charrière du Val		Mont à Regret Charrière Chitel		Mont à Regret Pel. à *Cladonia*	
Orientation.....	Pente Nord		Pente Nord		Pente Ouest	
Date ..... Heure	7/II 14 h. 45 m.		28/VIII 15 h.		28/VIII 15 h.	
Teneur en eau	10	8	1,25	1,2	2,1	0,9

Ces résultats sont confirmés par les analyses que j'ai pu faire le 22 septembre 1947 après plusieurs jours de temps pluvieux dans une dune fixée et une station à *Festuca*.

N°s des analyses	83			83 *bis*		
Station	Le Grand Banc					
Profondeur	1 cm.	5 cm.	15 cm.	1 cm.	5 cm.	15 cm.
Teneur en eau	1,85	3	4,2	0,2	1,3	2,6

Mais il m'a paru également intéressant de voir comment se faisait la répartition de l'eau en profondeur après une forte pluie et en des stations

Source : MNHN, Paris

à couverts très différents. Les prélèvements ont été faits le 18 septembre 1947 vers 15 h. et le 19 sensiblement à la même heure, après une très forte pluie (21,5 mm.) le matin du 18 (fig. 7).

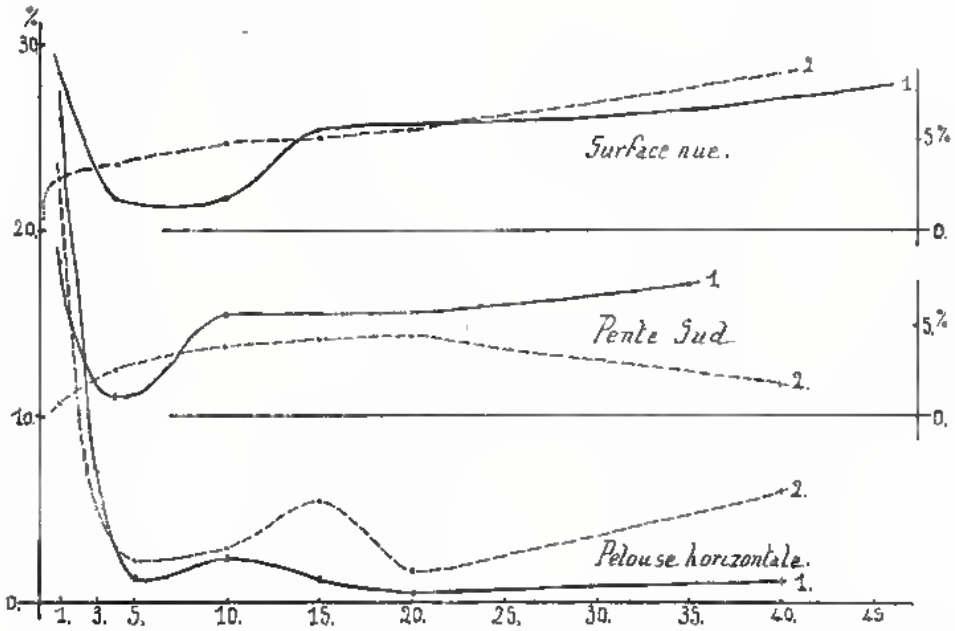


FIG. 7. — Diagramme des teneurs en eau en trois stations immédiatement après une grande pluie (trait continu) et 24 heures plus tard (trait discontinu).

a) Pelouse fermée.

Le 18 au soir, on trouve dans cette station pour les premiers centimètres une très forte teneur en eau (26 % à 1 cm.) qui baisse jusque vers 10 cm. de profondeur, puis remonte ensuite lentement (je néglige ici les petites variations que l'on rencontre à différents niveaux, car ils sont probablement dus à de faibles différences granulométriques). Le 19, on constatait une faible diminution pour les couches superficielles et au contraire une légère augmentation en profondeur; ces différences montrent l'important pouvoir de rétention des courbes superficielles à granulométrie fine et le lent passage de l'eau vers les couches profondes.

b) Surface nue.

Pour le 18, on a sensiblement le même graphique que pour la station précédente, mais il faut remarquer la plus faible teneur pour les couches superficielles et les teneurs importantes en profondeur. Pour le 19, on retrouve l'inversion déjà signalée pour les plages : après le beau temps du soir du 18, les couches superficielles se sont complètement déshydratées.

Source : MNHN, Paris

c) Pentes exposées au Sud.

L'examen des courbes de cette station pour le 18 et le 19 montre qu'elles se placent en position intermédiaire entre celles des stations précédentes (le couvert végétal étant là assez faible).

Ces résultats sont résumés dans le graphique ci-contre.

7° *Percolation.*

Parallèlement à l'étude de la teneur en eau des sables, il faut faire une autre étude : celle de la *percolation*, c'est-à-dire l'étude de la saturation artificielle d'un sol en place. Aussi ai-je effectué le 8 août quelques mesures dans différentes stations caractéristiques des dunes mobiles et fixées.

La première remarque qui s'impose est la non « mouillabilité » des sols de dunes fixées ; chaque fois, en effet, que l'on verse doucement sur ces sables une petite quantité d'eau, on la voit rouler sur ces sables sans entrer, sans laisser de trace humide derrière elle et se loger dans de petits creux voisins où on ne la verra pénétrer que très lentement.

Au contraire, dans les stations à sables mobiles l'absorption de l'eau se fait instantanément et sur place.

La méthode d'investigation est des plus simples : pour une surface donnée (cylindre de 6 cm. de diamètre et enfoncé de 4 cm.) on note le temps mis pour l'absorption d'une certaine quantité d'eau (50 cc.) ; aussitôt que ces 50 cc. ont été absorbés par le sol, on recommence à verser la même quantité d'eau et on mesure à nouveau le temps d'absorption... la série des temps montre bien les différences considérables qui existent de station à station dans les dunes.

Dans le tableau suivant je donne pour diverses stations typiques des dunes fixées et mobiles les résultats obtenus :

N°s des analyses		26-27	33-34	38-39	79-80	81-82	70-71		30-31
Stations	*Salix* XIV-XV	M¹ à R¹ (*Clad.*)	M¹ à R¹ Nord	M¹ à R¹ Sud	Entre D°s dx. et mob.	*Festuca*	*Agropyrum* + *Convol.*	*Agropyrum* fmctifié	Plage
I	2'	3'50"	3'15"	5'	1'	8"	1"	8"	3"
II	5'30"	3'	3'10"	5'30"	3'15"	8"	10"	12"	5"
III	5'30"	2'	2'20"	5'	2'15"	13"	13"	15"	7"
IV		1'50"	2'		1'45"	12"	14"	15"	7"
V		2'	1'55"		1'35"	12"	15"	15"	8"
VI		1'50"			1'30"	13"	15"	16"	8"
VII					1'25"		15"	16"	6"
VIII					1'25"				

La très grande différence que l'on remarque entre ces divers résultats montre donc un nouveau caractère distinctif très net entre les formations mobiles et fixées : l'extrême rapidité d'absorption de l'eau pour les dunes

Source : MNHN, Paris

mobiles, même pour le 6e et 7e versement, ces temps se mesurant en secondes et n'augmentant que très lentement, alors que pour les formations fixées ces temps diminuent progressivement à mesure des quantités d'eau versées et sont alors comptés en minutes. Il faut remarquer que, dans ces expériences, même quand j'ai eu versé 400 cc. d'eau, peu de sable en dehors du cylindre n'a été touché par l'eau versée, ce qui dénote une très faible diffusion (expliquée peut-être par la granulométrie, mais certainement aussi par la non mouillabilité des sables des dunes fixées).

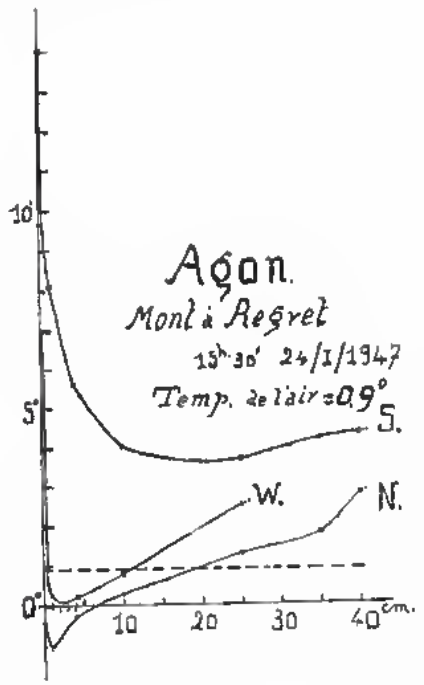


Fig. 8. — Températures du sol à diverses profondeurs en hiver au Mont à Regret (Agon).

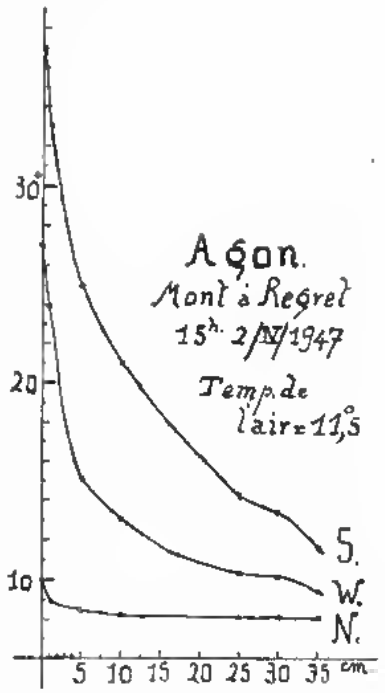


Fig. 9. — Températures du sol à diverses profondeurs au printemps aux mêmes stations que pour la figure 8.

8° *Température du sol.*

La température du sol joue un grand rôle dans le maintien des associations des diverses stations. C'est naturellement l'orientation des stations qui a le plus grand effet sur la variation des températures, puis la profondeur et la climatologie du jour. Les mesures faites en plein hiver (le 24 janvier 1947) (fig. 8) par une belle journée, froide mais ensoleillée (vent d'Est faible, nébulosité nulle le matin, 20 % le soir, le ciel se couvrant par l'Est), montrent déjà combien l'influence de l'orientation joue un rôle, même dans

Source : MNHN, Paris

ces faibles dénivellations que forment les dunes. Alors que la pente exposée au Nord reste toute la journée gelée, au moins en surface, les

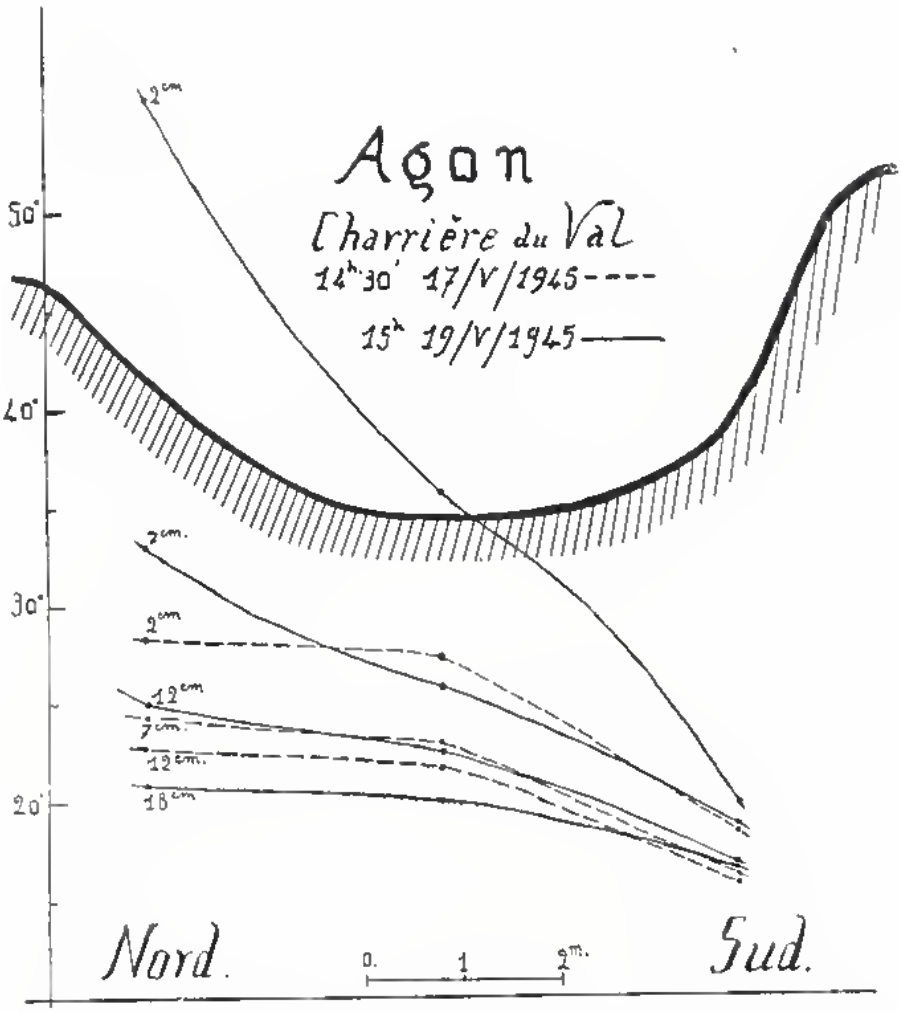


FIG. 10. — Variation de la température printanière dans une charrière ; trait discontinu : journée du 17/V/1945 à faible vent d'Est, à forte nébulosité et à temps frais le matin, puis chaud à midi ; la température de l'air étant de 20°5 à 14 h. 30 m. au moment du relevé des autres températures ; trait continu : journée du 19/V/1945 à vent très faible d'Est sans nébulosité aucune, à très forte insolation ; la température de l'air étant de 28°4 à 15 h. au moment des mesures.

pentes exposées au Sud et à l'Ouest ont d'assez hautes températures dans leurs couches superficielles, comme le résume le graphique ci-contre. Les études thermométriques faites au printemps confirment ces résultats, ainsi

Source : MNHN, Paris

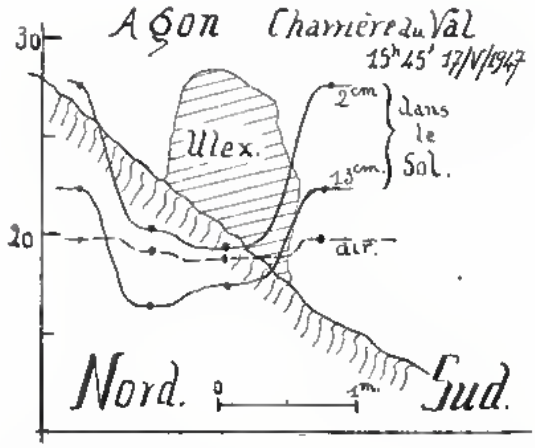


FIG. 11. — Variation thermique du sol et de l'air au voisinage d'une touffe d'*Ulex*.

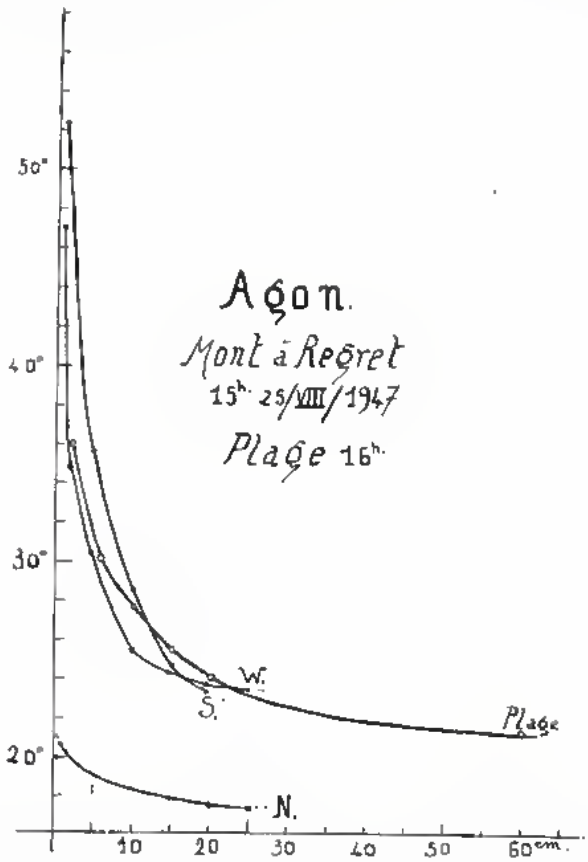


FIG. 12. — Variation thermique suivant la profondeur aux mêmes stations que pour les figures 8 et 9 et pour la plage au Grand Banc.

Source : MNHN, Paris

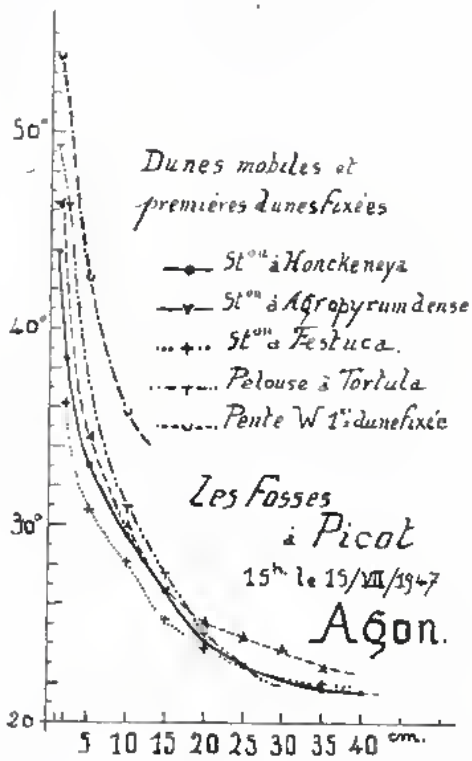


FIG. 12 *bis*. — Etude thermique suivant la profondeur en diverses stations en été.

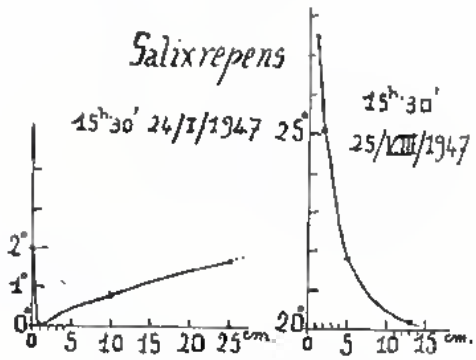


FIG. 13. — Variations thermiques suivant la profondeur pour la station de *Salix repens* n° XIV-XV, en hiver et en été.

que le montrent la figure n° 9 correspondant à la journée du 2 avril 1947 pour les mêmes stations que précédemment (nébulosité faible, 20% en fin de journée à l'horizon, vent faible d'Ouest) et le graphique n° 10 qui représente

Source : MNHN, Paris

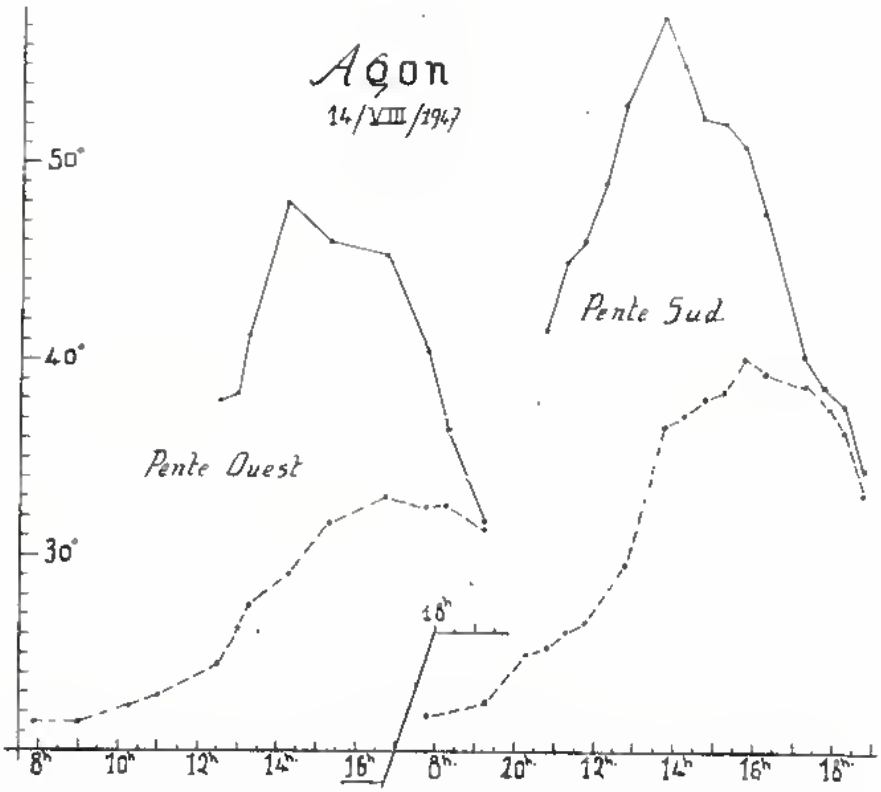


FIG. 14. — Variation de la température à un (trait continu) et à cinq centimètres de profondeur (trait discontinu) aux Fosses à Picol, le 14 août 1947 pour les pentes Ouest et Sud.

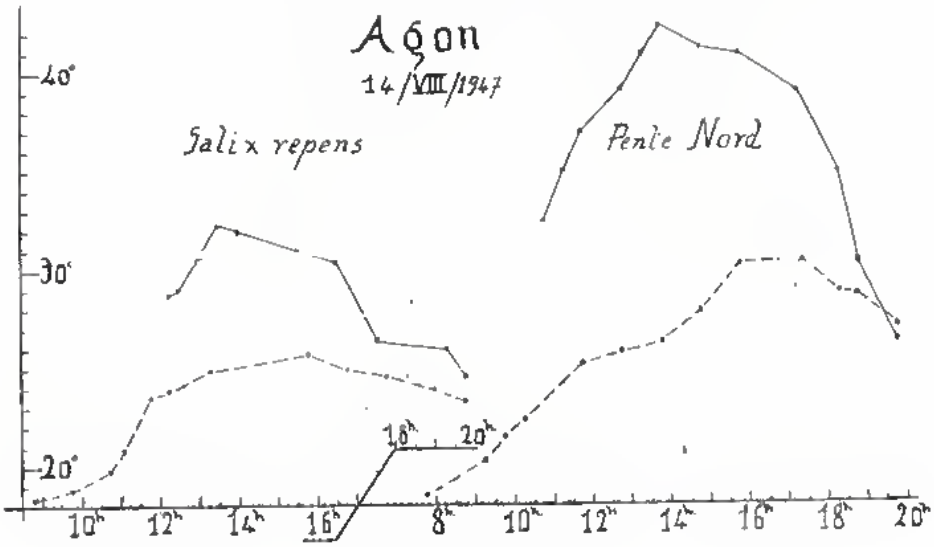


FIG. 14 *bis*. — *Idem* pour la pente Nord et la station à *Salix repens*.

Source : MNHN, Paris

les courbes thermométriques en trois points d'une charrière et à différentes profondeurs pour les deux journées du 17 et 19 mai 1945.

Les fortes températures vernales constatées expliquent parfaitement les floraisons hâtives que l'on constate en ces stations dès le début du printemps.

Naturellement tout obstacle, si petit soit-il (touffe d'arbuste), produit semblable différence thermique (fig. n° 11) et influence le tapis végétal.

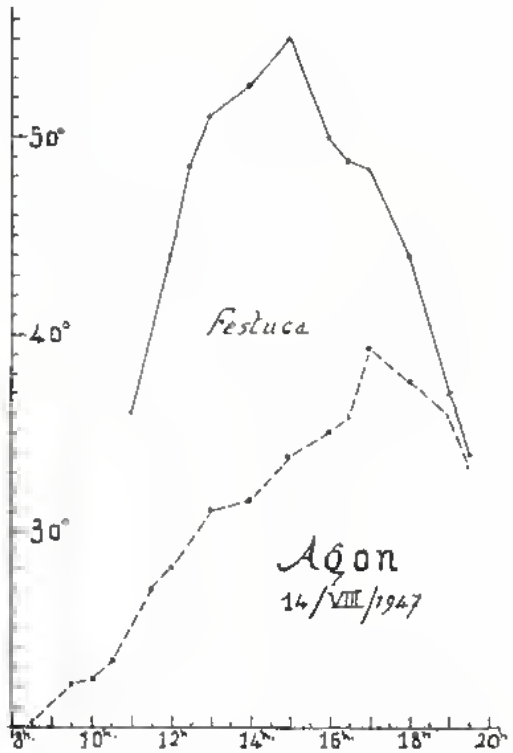


FIG. 14 *ter*. — *Idem* pour la station à *Festuca* au Grand Banc.

Au cours de l'été ces différences sont encore plus accentuées et il arrive que les fortes températures des pentes Sud, favorables l'hiver et le printemps, deviennent néfastes l'été (fig. 12 et 12 *bis*). La comparaison des courbes des températures suivant la profondeur confirme ces dires et précise bien que seules les stations des pentes exposées au Nord et celles des associations à *Salix repens* (fig. 13) sont favorables à une vie intense pendant la période estivale. La marche des températures à 1 et à 5 cm. de profondeur pour cinq stations caractéristiques au cours d'une belle journée (14 août 1947) met en évidence (fig. 14, 14 *bis* et 14 *ter*) comment s'établissent les différences considérables constatées dans les différentes stations.

Source : MNHN, Paris

A remarquer principalement, suivant les diverses stations, les amplitudes journalières très différentes et l'écart thermométrique qui existe entre les couches superficielles et profondes. Ces faits confirment les données « statiques » exposées précédemment et montrent donc combien les conditions édaphiques sont, en ces stations, un facteur primordial pour la distribution des organismes vivants. A ma connaissance, aucun auteur n'a étudié de manière suivie l'action de ce facteur en relation avec les associations des dunes, quoique de nombreux chercheurs indiquent son importance (Ad. Davy de Virville, Hagène...)

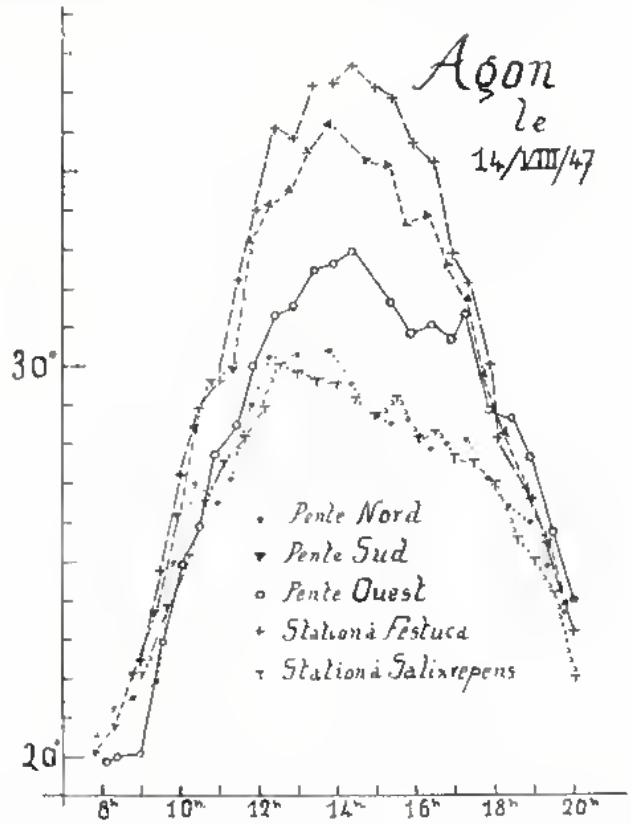


Fig. 15. — Variation de la température de l'air au cours du 14 août en cinq stations caractéristiques aux Fosses à Picot à 10 cm. du sol.

9° *Température de l'air.*

La température de l'air, que l'on a considérée longtemps comme un facteur important pour l'explication de la sociologie végétale, est maintenant estimée un facteur de second ordre qui n'agit pas directement par lui-

Source : MNHN, Paris

même, sauf dans les cas extrêmes, mais qui influe sur un autre facteur : la fraîcheur en eau.

La principale étude que j'ai effectuée a été celle de la marche de la température au cours d'une journée d'été (14 août) (fig. 15). Toutes les mesures envisagées maintenant dans les paragraphes qui suivent sont sauf indications expresses faites à 10 cm. du sol et à l'abri du soleil et du vent.

L'analyse des résultats, consignés dans le graphique ci-contre, confirme en tout point les données déjà obtenues à propos de la thermométrie du sol, c'est-à-dire que les pentes exposées au Nord et les stations à *Salix repens* ont sensiblement même climatologie, que les pentes Sud et les stations à *Festuca* ont de très gros écarts journaliers, enfin que les stations exposées à l'Ouest sont exactement intermédiaires entre les deux groupes précédents. Par ailleurs la variation pendant la journée est entièrement normale, eu égard à la saison et au vent de Nord-Est qui soufflait principalement l'après-midi.

A côté de cette série de mesures, d'autres ont été faites pour voir, dans les divers peuplements, et suivant la climatologie de la journée, quelles étaient les conditions thermométriques auxquelles les plantes devaient réagir. J'ai en même temps étudié aux mêmes endroits et aux mêmes heures le deuxième facteur climatérique important : l'humidité de l'air.

En ce qui concerne les associations des dunes mobiles, les différences sont trop faibles et pas assez constantes d'une journée à une autre et d'une station à sa voisine pour que l'on puisse en tirer des conclusions bien nettes. Ces différences n'étant probablement dues qu'au couvert végétal plus ou moins important, il faut donc conclure que seule une orientation très marquée donne des différences assurées.

10° *Humidité de l'air.*

L'humidité de l'air et l'évaporation sont les deux derniers facteurs dont je m'occuperai ici : ils jouent un rôle primordial dans la vie des groupements végétaux.

J'étudie en premier lieu la marche journalière de l'humidité de l'air par une belle journée le 14 août 1947 (fig. 16). Malgré un vent de NE. l'humidité de l'air varie sans écarts brusques : elle baisse régulièrement et rapidement dans la matinée pour passer de 12 à 15 h. par un minimum très diffus et remonter ensuite vers le soir lentement, montrant ainsi une dissymétrie très accusée dans les courbes.

Si l'on compare les cinq courbes établies ce jour-là, on remarque évidemment que ce sont les courbes des stations de la pente Nord et des *Salix repens* qui ont le minimum le moins bas (45 %) et qui sont en conséquence les stations les moins arides. Se placent ensuite en position intermédiaire la courbe de la pente Ouest et enfin, très voisines l'une de l'autre, la courbe de la station à *Festuca* dans les dunes mobiles et celle de la pente exposée au Sud, dont le minimum se situe aux environs de 35 %. Les quelques petites irrégularités qui se trouvent sur ces courbes sont dues soit au passage de

Source : MNHN, Paris

petits nuages (11 h. 45, 14 h. 45), soit à des coups de vent (16 h. 15, 18 h. 15).

La plus faible variation d'humidité journalière et les températures plus clémentes des stations de *Salix* et des pentes exposées au Nord rendent ces localités privilégiées pour la croissance estivale de nombreuses graminées, qui sur les pentes Sud ont leur cycle de végétation arrêté dès le mois de juillet.

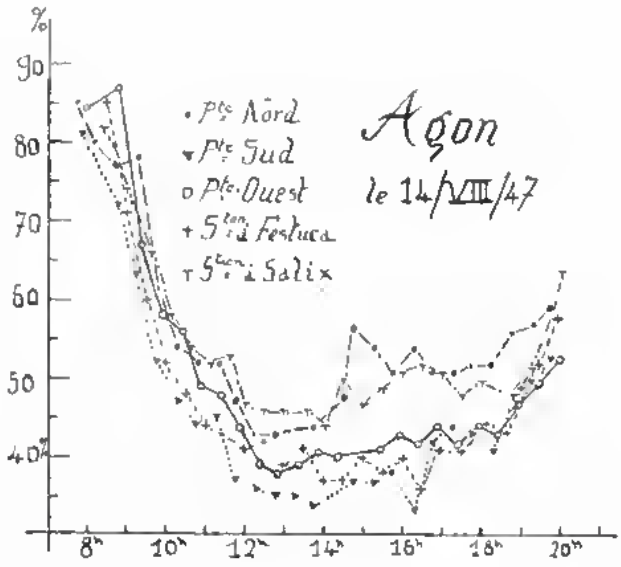


Fig. 16. — Variation de l'humidité de l'air au cours du 14 août en cinq stations caractéristiques aux Fosses à Picot à 10 cm. du sol.

A côté de cette étude de la variation de l'humidité au cours d'une journée, j'ai fait d'autres mesures que l'on pourrait qualifier d' « instantanées », pour avoir les caractéristiques d'un assez grand nombre de stations ; ce qui, dans une certaine mesure, permet d'expliquer l'existence des divers tapis végétaux rencontrés. La première de ces études a été faite le 20 juillet 1947 vers les Fosses à Picot pour rechercher les différences qui auraient pu exister entre les trois zones observées précédemment. Il résulte, pour cette journée où le temps était franchement mauvais (grain de SW.), que dans les trois types de stations étudiées (zone à *Agropyrum junceum*, à *Festuca* et limite des associations mobiles-fixées) l'humidité était très sensiblement la même et que les variations avaient même amplitude. En réétudiant ces stations par beau temps, le 4 août 1947, on constate les mêmes similitudes entre les divers taux hydriques.

Si l'on compare maintenant trois stations encore dans les dunes mobiles quand celles-ci au lieu de monter régulièrement, comme dans le cas précédent, possèdent un vallonnement, on remarque dans le fond même du vallon

Source : MNHN, Paris

	Agropyrum junceum	*Festuca*	*Tortuletum*
20/VII/47	61	62	63
4/VIII/47	18	16	17

une humidité nettement plus importante, aussi bien par rapport au tapis à *Festuca* que pour le versant Ouest de la première dune fixée où le sable est d'ailleurs encore mal assuré :

Festuca	Fond du vallon	Pte Ouest
48	56	43

Ces dunes mobiles ont été, ces dernières années, dans certains endroits profondément modifiées et sillonnées de tranchées qui, à l'heure actuelle encore en très bon état, ont 1 mètre de profondeur et 30 à 40 cm. de large. Comme sur tout le long de ces tranchées on trouve une végétation un peu différente de celle des dunes non remaniées, j'ai cherché quelle pouvait être l'influence qui provoquait pareil changement. Les mesures d'hygrométrie ont été des plus concluantes : ainsi par une très belle journée, le 22 juillet à 15 heures, j'ai noté 43 % à 10 cm. du bord de la tranchée et seulement 38 % vers un mètre de distance où la végétation retrouvait son aspect normal. A un autre endroit à 15 h. 25, 48 % près d'une tranchée et 38 % à un mètre de distance ; ces fortes différences sont suffisantes pour expliquer les variations constatées dans le tapis végétal ; elles sont dues à l'apport massif d'humidité qui monte le long des bords de la tranchée et qui se dissipe rapidement à l'air libre.

L'étude des diverses orientations a montré le 24 juillet et le 4 août, pour 14 h. 15 et 15 h. 15, la gradation suivante : les pentes exposées au Sud, à l'Ouest, à l'Est et au Nord, ont donné respectivement :

	21/VII	1/VIII
Sud	41	39
Ouest	41	37
Est	—	43
Nord	60	52

Dans les bas-fonds, petites déclivités où se localisent de préférence les *Salix repens*, l'on trouve toujours une humidité plus forte et moins variable et qui diffère beaucoup des pelouses voisines.

Source : MNHN, Paris

	Salix	Pelouse
24/VII/47	61	17 (*Juncus*)
4/VIII/47	19	37

Toutes ces mesures ont été faites, comme je l'ai indiqué plus haut, à 10 cm. du sol, car la végétation était rase ; il était donc intéressant de voir, pour les rares associations buissonnantes, quel pouvait être le régime climatérique. J'ai effectué ces mesures au-dessus d'une station de *Salix repens* dans le fond d'un vallon (st. XVI) le 4 août 1947. Les mesures consignées ci-dessous montrent une augmentation de l'humidité relative avec la hauteur contrairement à ce que l'on aurait pu attendre.

Hauteur	10	50	100 cm.
Humidité	47	49	53 %

Ce résultat est-il accidentel ? Est-il provoqué par les conditions privilégiées de la station, alors que plus haut, vers deux, trois mètres, hauteur à laquelle les arbustes dépérissent, on trouverait une aridité beaucoup plus grande ?

Enfin deux mesures ont été effectuées entre deux pelouses ayant une dénivellation de 2 m. entre elles et dont la végétation était dans un cas une pelouse rase à nombreuses mousses et dans l'autre une prairie à graminées. Si certainement la teneur en eau était plus importante pour la prairie à graminées, qui était en contre-bas, également l'air contenait notablement plus d'eau que sur la pelouse rase et par conséquent favorisait également la croissance et le maintien des parties aériennes dans des conditions bien meilleures que dans la pelouse haute.

	Bas-fond	Pelouse haute
16 h. 5'/4/VIII/1947	51	44

Ces quelques renseignements montrent donc l'extrême diversité de distribution d'humidité qui règne dans les dunes, diversité qui explique facilement les multiples tapis végétaux en présence desquels on se trouve.

11° *Evaporation.*

Influencée à la fois par la climatologie journalière (vent, nébulosité, pluviosité) et par l'exposition, l'évaporation joue un rôle très important dans le maintien des associations.

Source : MNHN, Paris

L'analyse des graphiques ci-dessous montre que l'évaporation augmente avec la température moyenne de la journée et avec le vent à l'endroit où se trouve l'association. Ces deux facteurs étant le plus souvent opposés en climatologie, c'est donc l'hiver que l'évaporation dépendra principalement du vent, alors que l'été c'est l'actinométrie (cf. température moyenne) qui sera de beaucoup prépondérante.

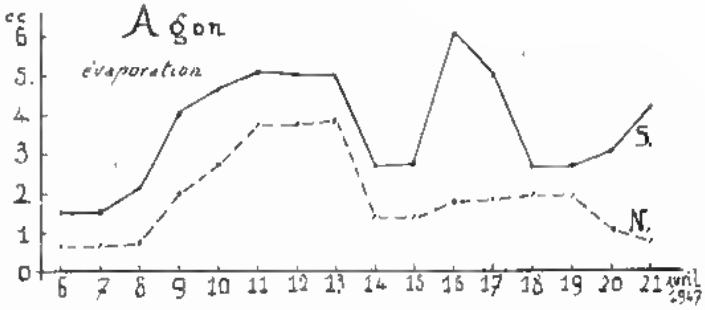


FIG. 17. — Marche de l'évaporation au-dessus des pentes Nord et Sud à 10 cm. du sol, du 6 au 21 avril 1947 au Mont à Regret dans les mêmes stations que pour les fig. 8 et 9.

L'étude d'une première série de mesures faites du 6 au 21 avril 1947 (fig. 17) permet de préciser l'influence respective du vent et de l'insolation pour deux pentes exposées au Sud et au Nord. Les 6, 7, 8 avril, malgré un vent de SW. modéré ou fort, l'évaporation sur les deux pentes est faible ; la pluviosité (16 mm. en trois jours), l'état hygrométrique toujours très élevé (moyenne 85) et la nébulosité presque toujours totale, permettent pleinement l'explication de cette très faible évaporation, le facteur « vent » étant là beaucoup moins important que les trois autres réunis. Cela est mis en évidence par la très faible variation journalière de température (moins de 5°).

Dans la période du 9 au 13 inclus où l'on constate pour les deux courbes une augmentation très importante de l'évaporation, la montée pour la pente Sud s'explique par un embellissement très net des journées : pluie nulle, vent du secteur Nord diminuant jusqu'à très faible, insolation grandissante, élévation de la température moyenne, alors que la moyenne hygrométrique baisse par rapport aux jours précédents (65). Le maximum du 11 en particulier est nettement marqué par une chute notable d'hygrométricité dans la journée. En ce qui concerne la pente Nord, ces facteurs ont joué certainement un rôle, mais comme l'analyse des 15 au 19 le montrera plus loin, c'est au vent, quoique modéré, qu'il faut imputer cette augmentation d'évaporation : sa direction lui ayant donné une influence prépondérante pour la pente exposée au Nord.

La baisse brutale du 14 et du 15 s'explique par une nébulosité intense

Source : MNHN, Paris

qui a entraîné une notable augmentation d'humidité (85), le vent ne jouant qu'un faible rôle.

Pour l'évaporation sur la pente Sud entre le 15 et le 18, les conditions climatériques de ces journées, très semblables à celles du 9 au 13, permettent d'expliquer cette forte augmentation ; mais la grosse différence qui se manifeste pour la pente Nord (très légère augmentation d'évaporation) montre combien le vent, ici nul, a été un facteur important du 9 au 13 et combien la pente Nord est, l'été, une station privilégiée.

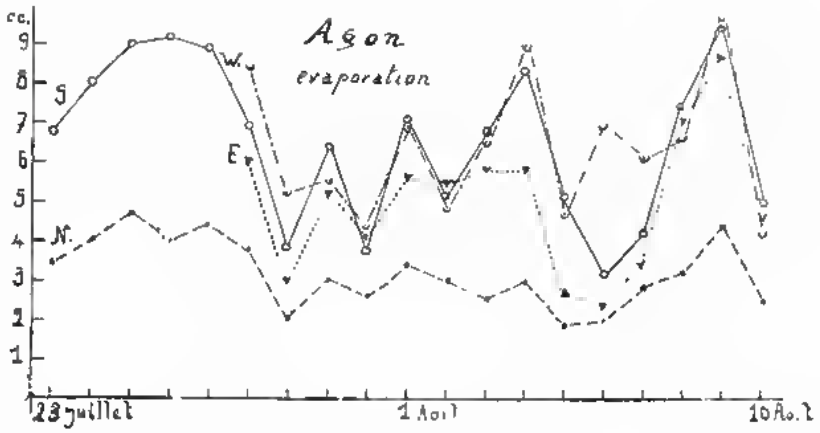


FIG. 18. — Marché de l'évaporation au-dessus des pentes Nord, Sud, Est, Ouest au Mont à Regret à 10 cm. du sol du 23 juillet au 10 août.

La comparaison enfin de l'évaporation du 18 au 21 avril montre une divergence non négligeable. La très légère augmentation constatée pour la pente Sud est probablement due à une augmentation graduelle du vent passant de nul (secteur Nord) à fort (quart SW.), la pente Nord se trouvant ainsi à l'abri de ce vent qui ne peut influer que sur la pente exposée au Sud. Au contraire, la baisse d'évaporation pendant ces journées pour la pente Nord est due simplement à l'augmentation progressive de la nébulosité, d'où s'en est suivie une notable baisse de température (moy. 10°) et surtout une augmentation importante de l'état hygrométrique, allant jusqu'à la pluie le 21 (3,2 mm.) J'ai repris des mesures analogues pour les orientations Nord, Sud, Ouest et Est pendant l'été, du 23 juillet 1947 au 10 août (fig. 18). Les fortes variations que l'on constate au cours des diverses journées s'expliquent parfaitement par les grosses différences de la moyenne journalière de l'état hygrométrique de la station. Ainsi à une faible teneur hygrométrique pour les journées 23, 24, 25, 26, 27 correspond une évaporation intense, alors que pour les 29 et 31, à fort degré hygrométrique, l'évaporation est faible. L'on remarquera que le vent joue moins de rôle qu'en hiver ; à deux exceptions près pour la journée du 2 août où l'évaporation de la pente Est

Source : MNHN, Paris

est plus forte que celle des pentes Sud et Ouest, ce qui s'explique : 1° par un fort vent d'Est qui a favorisé l'évaporation sur cette pente ; 2° grâce à une forte nébulosité qui a amené une baisse considérable dans l'évaporation des pentes ordinairement très arides (Sud et Ouest) ; et pour les journées du 6 et 7 août où la courbe correspondant à la pente Ouest est nettement au-dessus de la courbe de la pente Sud : il s'agit là alors d'un vent de NW. plus fort que de coutume et même plus fort le 6 que le 7. Également pendant ces journées j'ai étudié l'évaporation pour trois stations de *Salix repens* assez différentes comme humidité (fig. 19). A une seule exception près, l'évaporation est voisine de celle des stations des pentes exposées au Nord, les plus arides présentant l'évaporation des stations Est (évaporomètres placés à 50 cm. du sol). Si l'on compare enfin la marche des évaporomètres au cours des différentes journées, on voit qu'elle est tout à fait analogue à celle des autres stations.

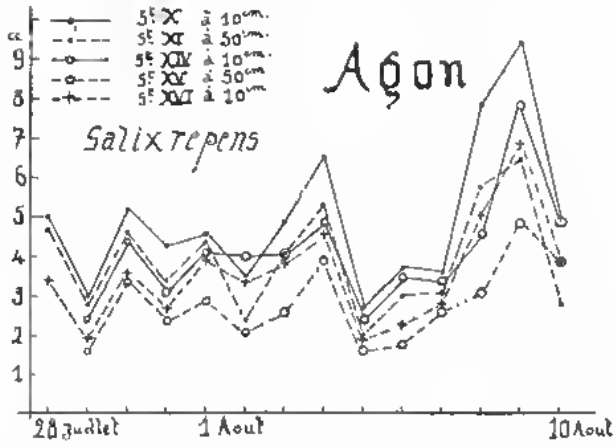


FIG. 19. — Marche de l'évaporation en trois stations de *Salix repens* (nos X-XI, XIV-XV et XVI).

Enfin j'ai relevé pour cinq types bien caractérisés de stations la marche de l'évaporation au cours d'une journée. Elle est consignée dans le tableau ci-après ; elle montre une régularité remarquable et classe les stations dans le même ordre que tous les autres facteurs déjà étudiés, c'est-à-dire par ordre croissant d'évaporation : la pente Nord (malgré un vent fort de NE. qui a augmenté l'évaporation l'après-midi), la station à *Salix repens*, puis les pentes Ouest et Sud ; la station à *Festuca* se plaçant exceptionnellement bas entre la pente Sud et la station à *Salix*.

L'examen des onze facteurs étudiés précédemment oblige donc à considérer que la majorité de ces stations est xérothermique ; en conséquence, les tapis végétaux qui recouvrent ces dunes doivent être adaptés à des conditions de vie assez arides.

Source : MNHN, Paris

Heure	8.25'	8.45'	9.15'	9,45'	10.15'	10.45'	11,15'	11,45'	12.15'	12.45'	13.15'	13.45'
Nord	0.05	0,05	0,35	0,30	0,30	0,50	0,50	0,15	0,10	0,05	1,85	0,75
Ouest	0.01	0,02	0,02	0,08	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35	0,45	0,45	0,50
Sud	0.01	0,04	0,13	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,37	0,38	0,45	0,40
Festuca			0,15	0,15	0,15	0,3	0,25	0,25	0,35	0,30	0,45	0,42
Salix			0,25	0,20	0,25	0,4	0,4	0,4	0,25	0,5	0,45	0,3

Heure	14,15'	14,45'	15,15'	15,45'	16,15'	16,45'	17,15'	17,45'	18,15'	18,45'	19,15'	19,45'
Nord	1,40	0,7	0,7	0,5	0,6	0,5	0,1	0,45				
Ouest	0,45	0,40	0,4	0,50	0,35	0,40	0,35	0,38	0,37	0,25	0,18	0,17
Sud	0,45	0,45	0,1	0,45	0,40	0,35	0,30	0,35	0,15	0,20	0,25	0,20
Festuca	0,13	0,1	0,3	0,3	0,3	0,35	0,25	0,3	0,2	0,15	0,15	0,1
Salix	0,35	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,35	0,20	0,35	0,20	0,25	0,20

J'étudierai, à propos de chacune des associations, leurs conditions de vie particulières et tâcherai de les distinguer nettement de leurs voisines pour mettre en évidence les exigences propres à chaque tapis et si possible aux diverses espèces qui le forment.

C. — ÉTUDE BOTANIQUE

Les tapis végétaux des dunes, très variés, peuvent être classés en trois groupes ; Hocquette et Westhoff donnent sensiblement les mêmes grandes divisions ; la série psammophile de Hocquette correspondant aux Xérosères de Westhoff ; les Hygrosères de ce dernier comprenant la série hygrophile d'eau douce et la série aquatique de Hocquette.

Comme ces auteurs, je commencerai par la série la plus sèche (Xérosères ou série psammophile) en partant des associations les plus arides pour gagner les associations de plus en plus humides (Hygrosères ou série hygrophile) et même la série aquatique.

I. — Associations psammophiles.

Dans ce premier ensemble, il faut immédiatement envisager deux subdivisions qui correspondent à deux ensembles écologiques extrêmement différents, comme je viens de le montrer, et qui portent chacun des tapis végétaux bien distincts.

1° *Dunes mobiles.*

Pour ces stations, je l'ai indiqué, une caractéristique écologique prime toutes les autres : l'apport de sable qui varie graduellement (dans le rapport de 10 à 1) d'Ouest en Est. Aussi est-ce parallèlement au rivage que se grou-

Source : MNHN, Paris

pent les différentes associations, suivant l'aptitude écologique des diverses espèces qui les composent.

C'est sur la commune d'Agon que l'on trouve encore, pour cette dition, des dunes en voie de formation. La succession normale complète des associations, depuis celles de haut de plage jusqu'à celles des dunes fixées, se rencontre au nord du Passons et surtout au Grand Banc (au Nord des Fosses à Picot, Pointe d'Agon).

a) Associations de haut de plage.

Au sommet de la plage, sur les restes des laisses de haute mer des grandes marées de l'année précédente, on trouve quelques plantes qui, si elles sont le plus souvent en individus épars, n'en forment pas moins une association définie. Je n'ai trouvé qu'une fois, sur les 15 km. de côte étudiés, une association digne de ce nom, c'est du côté du phare d'Agon dans le fond d'une très légère concavité de la plage, cette association ayant pu s'établir là grâce à la topographie de la plage, en un endroit très large (plus du double de la largeur normale constatée dans cette dition). La mer, empêchée de battre fortement le haut de plage, apporte et accumule alors de nombreux débris (algues, bois, débris végétaux) sur une largeur importante 3-4 m. et en couche assez épaisse 10-20 cm. Ces matériaux entretiennent une certaine fraîcheur dans le sol et surtout apportent des éléments fertilisants qui favorisent la présence de nombreux thérophytes. Cependant, même ainsi réunies, les plantes ont un degré de recouvrement très faible 10-20 %. J'ai fait le relevé suivant :

Caractéristiques de l'association :		
Cakile maritima	+	+
Salsola Kali	+	
Atriplex Tornabeni		
Caractéristiques des unités supérieures :		
Honckeneya peploides	2	2
Agropyrum junceum	1	1
Convolvulus Soldanella	+	
Elymus arenarius	+	
Compagne :		
Beta maritima	1	
Accidentelle :		
Carex arenaria	1	

Pointe d'Agon ; pente (2 %) vers l'Ouest. Haut de plage ; 150 m2 ; N° 1947, 07, 31, 1 (1).

Ce relevé correspond à la sous-association *Agropyretum boreoatlanticum* sous-ass. à *Salsola Kali* décrite par Tüxen. A ma connaissance, seuls J. Lutts

1. Les relevés ont, pour plus de facilité d'exposition, chacun un numéro composé par la date à laquelle ils ont été faits et à la suite par leur numéro d'ordre dans la journée (cf. Guinochet).

Source : MNHN, Paris

et J. Lebrun, pour les côtes de Belgique, ont accepté cette sous-association, car la grande majorité des auteurs, s'ils reconnaissent que les « caractéristiques » de cette association sont bien les pionniers de la colonisation des sables mobiles, ne séparent pas ce tapis végétal du suivant (Massart pour la Belgique ; Westhoff pour la Hollande ; Hocquette pour la côte française de la mer du Nord ; Monod pour la Basse-Seulles ; Br-Gnon et Houard et Al. de Virville pour la côte Ouest du Cotentin ; Kuhnholtz-Lordat pour la Bretagne, la Charente-Inférieure et la pointe de la Coubre ; Chermezon pour les Asturies ; enfin Arènes pour la Provence ; et même Maire pour la Corse, plage de Campo di Loro, et Degelaen pour les dunes d'Alger). Il semble bien que, dans la forme présentée ici, cette association soit spéciale aux côtes de l'Atlantique et de la Manche, mais que, sur les côtes de la mer du Nord et de la Méditerranée, elle ait des homologues qui ne diffèrent d'elle que par la présence d'espèces très voisines de celles précitées.

Pour moi, cette association composée principalement de thérophytes doit se différencier de l'association principale, car elle possède une écologie nettement différente et au point de vue floristique une composition nettement tranchée.

Elle se place au haut de plage, c'est-à-dire en une station très pauvre en chlorure de sodium, mais cependant encore plus riche que la zone supérieure. Elle a surtout besoin pour s'établir d'une surface presque horizontale et d'un niveau de détritus (laisses de mer) en voie de décomposition qui entretiennent pour les racines une humidité relativement beaucoup plus grande que dans les stations toutes proches. Cette association très éphémère, par suite même de la durée de vie de ses plantes, l'est également à cause d'une part de l'action maritime qui enlève le sable ou en apporte de trop grandes quantités et d'autre part de l'action des plantes à fort dynamisme de l'association voisine (*Agropyrum junceum*) qui, lorsque les conditions sont favorables pour son extension (apport de sable), envahit cette association.

Ainsi le premier peuplement végétal est représenté par ce groupement qui le plus souvent, à cause des hautes marées, atteint difficilement un stade adulte et en conséquence n'est représenté que par ses pionniers.

b) Associations des dunes mobiles proprement dites.

Au-dessus de la plage s'élèvent les dunes mobiles ; quand la suite des associations est complète, deux associations s'y distinguent, car elles possèdent une aptitude très différente à l'ensablement.

*) Partie Ouest.

Dans cette première zone, où l'ensablement est très important (de 50 à 25 cm.), la végétation présente d'assez fortes différences de station à station. Voici tout d'abord cinq relevés, tous faits sur la commune d'Agon, car cette association pionnière n'existe pas sur les autres communes visitées par suite de l'action érosive des courants marins dans ces dernières années.

Source : MNHN, Paris

	1		2		3		4		5	
Caractéristiques de l'association :										
Agropyrum junceum	3	1	5	4	5	1	3	2	3	2
Caractéristiques élective :										
Euphorbia Paralias			1	3			1	2		
Honckenya peploides							2	3		
Cakile maritima			+	1	+		1	+	+	
Caractéristiques des unités supérieures :										
Convolvulus Soldanella	2	1	2	2	3	3	1	1	+	
Eryngium maritimum	1	1	1	1	+	1	2	1	+	
Psamma arenaria	2	3	1	1	1	2	1	+	+	
Elymus arenarius	1	3	1	2	2	2	1	2	+	
Compagne :										
Chrithmum maritimum							1	3		
Accidentelles :										
Agropyrum pungens									+	
Atriplex Tornabeni									+	
Festuca dumetorum	2	3							+	
Galium verum									+	
Salsola Kali									+	

N° 1. — Pente Ouest (5 %) ; 1re dune partie basse ; 100 m2 ; Nord du Passous, Agon ; 1947, 07, 17, 1.

N° 2. — Pente Ouest (5 %) ; 1re dune partie basse ; 200 m2 ; Grand Banc, Sud du Passous, Pointe d'Agon ; 1947, 07, 17, 3.

N° 3. — Pente Ouest (10 %) ; 1re dune, partie basse ; 150 m2 ; Pointe d'Agon ; 1947, 07, 31, 2. Cette association comprend en plus : *Rumex crispus*, *Taraxacum officinale* var. *rubinerve* et *Cirsium lanceolatum*.

N° 4. — 1re dune subhorizontale ; 100 m2 ; Pointe d'Agon près du phare ; 1947, 09, 01, 7.

N° 5. — Cordon littoral, presque au niveau du haut de plage, en voie de destruction ; Blainville ; 1947, 09, 13, 1. Sur ce cordon littoral, autrefois couvert d'une végétation fixée, le tapis végétal régresse vers les formations nuhibles et même vers celles de haut de plage à mesure que la destruction de ce cordon littoral s'effectue ; aussi y trouve-t-on à la fois des espèces de dunes fixées (en régression) et des espèces des dunes nuhiles et de haut de plage (en extension).

Ces relevés correspondent à l'association *Agropyrum junceum-Honckenya peploides* (*Agropyretum boreoatlanticum* de Br.-Bl. et de Leeuw.), présente sur les côtes nord-atlantiques, de la Manche et de la mer du Nord, homologue de l'association *Agropyretum juncei* Kunh. en Méditerranée.

Ici, on distingue souvent plusieurs stades dans le peuplement, qui sont sous la dépendance de conditions édaphiques bien différentes, comme je l'ai montré précédemment (fig. 20).

α) La bande la plus à l'Ouest, c'est-à-dire celle la plus près de la mer, est composée presque uniquement d'*Agropyrum junceum* non fructifié, dont les feuilles petites et mal redressées ont à peine 20 cm. de haut ; le recouvrement est très faible 10-15 % environ. Cette bande, maintenant très

Source : MNHN, Paris

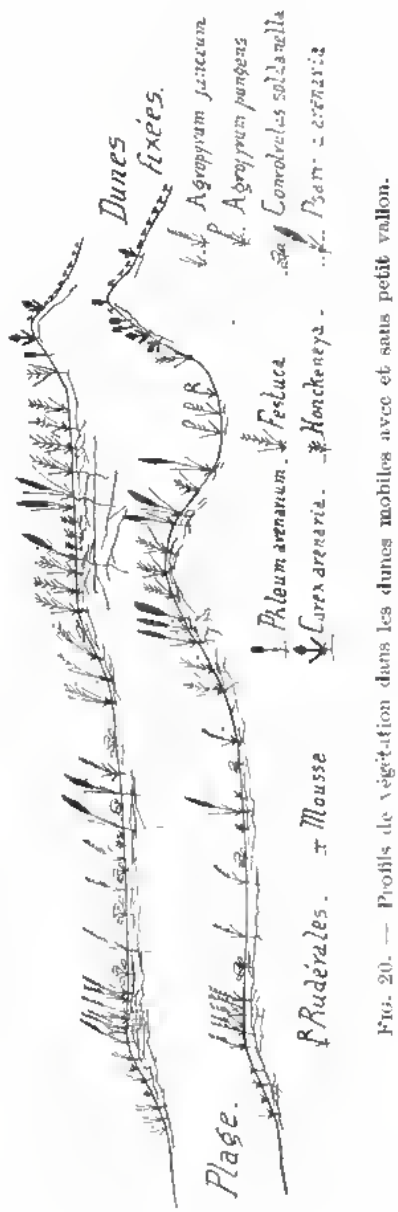


FIG. 20. — Profils de végétation dans les dunes mobiles avec et sans petit vallon.

étroite (moins de 1 m.), pouvait avoir 5-6 m. de large quand la mer alluvionnait sur ces atterrissements. L'ensablement, aussi important que pour l'association précédente (50 cm.), joue donc un rôle primordial, mais aussi la dureté du sol légèrement plus forte que pour la plage et infiniment plus grande que pour l'association suivante.

Source : MNHN, Paris

β) Juste au-dessus de cette première bande, on en trouve une autre très étroite (1 m.) avec uniquement des *Agropyrum* fructifiés en peuplement dense de hauteur normale (30-50 cm.) : au mois d'août tous les épis fructifiés donnent une belle couleur jaune brun contrastant avec la zone précédente de couleur glauque. Le recouvrement est ici notablement plus important que pour la bande précédente : 50 % environ. L'ensablement est un peu plus faible, mais la dureté diminue considérablement ; c'est là où j'ai enregistré le minimum de dureté pour toutes les dunes.

γ) Enfin la troisième bande, de beaucoup la plus large (une dizaine de mètres), possède une végétation plus variée, mais le recouvrement est redevenu moins dense (30 %) et la surface presque horizontale a un ensablement encore plus faible que pour la bande précédente (25 cm.) ; la dureté augmente notablement, mais reste légèrement moins grande que dans la première. Westhoff divise l'association suivante en deux sous-associations, les caractéristiques de la première de ces deux sous-associations sont très voisines de celles de la troisième bande signalée ci-dessus ; cependant, je ne crois pas possible d'élever pareils tapis végétaux au rang de sous-association, car ils sont très sporadiques et d'une homogénéité irrégulière ; d'autre part je pense qu'il faut rapprocher la troisième division signalée ci-dessus de l'association de l'*Agropyretum*, car elle possède beaucoup plus de caractéristiques de cette association que de la suivante.

D'autres facteurs ont été étudiés, mais seuls l'ensablement et la dureté montrent d'importantes différences entre ces diverses bandes qui expliquent parfaitement les trois aspects constatés.

Au point de vue granulométrique une très légère variation se remarque entre la première bande et la troisième (très légère usure), mais si l'on peut imputer aux végétaux ces différences, on ne peut aucunement préciser si elles ont une influence quelconque sur le tapis végétal, ce qui est fort peu probable.

Pour ce qui est de la calcimétrie, également on retrouve concurremment avec l'usure des sables une certaine diminution du pourcentage en calcaire. Tous les facteurs climatériques concourent dans ces stations à l'établissement d'une aridité importante ; c'est tout d'abord l'insolation totale et l'absence totale d'ombre et d'abri contre les vents dominants ; ce qui fait que, en toute saison et en tout temps, l'évaporation est intense ; comme d'autre part la percolation montre une très grande perméabilité de ces sables, il en résulte une siccité importante et une assez forte élévation de température pour le sol et l'air de ces stations.

Une remarque au sujet de la disparition progressive de deux plantes : *Euphorbia Peplis* et *Paralias* ; Davy de Virville (1937) signale la présence d'*Euphorbia Peplis* vers la pointe d'Agon. Je ne l'ai jamais rencontrée depuis ; mais d'après la biologie de cette plante (Malcuit, Chermezon, Kuhnholtz-Lordat), il semble bien qu'elle se localise dans les sables mobiles des hauts de plage quand il y a fort alluvionnement ; jusqu'en 1937 il était

Source : MNHN, Paris

commun de voir dans cette dition, surtout à la pointe d'Agon, un très grand ensablement et par suite il y avait de nombreuses stations de la sous-association précédente si rare maintenant. Comme la dune est maintenant en régression, il est normal que cette petite plante, *Euphorbia Peplis*, soit rapidement disparue. L'*Euphorbia Paralias* est aussi pour cette dition une plante en voie de disparition ; en effet, localisée dans l'association étudiée présentement, quand celle-ci présente de larges peuplements et surtout n'est pas troublée par aucun apport végétal étranger, elle possède de ce fait une aire très restreinte qui diminue constamment par l'action de la mer ; c'est ainsi qu'assez fréquente vers le phare d'Agon il y a environ une dizaine d'années, il n'en existe plus là maintenant que quelques rares pieds isolés. Remarquons enfin que cette plante, localisée pour la Méditerranée et l'Océan dans l'association de l'*Agropyrum junceum*, modifie ses exigences édaphiques quand elle atteint la mer du Nord, où elle passe alors dans l'association suivante ; des données écologiques précises de ces deux associations dans différentes régions permettraient certainement d'expliquer ces changements.

Au point de vue dynamique, en période normale, c'est-à-dire d'alluvionnement, cette association montre une tendance très nette à progresser dans l'association à *Salsola Kali* et au contraire elle régresse du côté continental à cause de la diminution de plus en plus prononcée de l'apport de sable, ce qui entraîne alors l'apparition de nouvelles plantes venant d'autres associations ; il y a donc, pendant la période d'ensablement, un déplacement des associations vers la mer ; suivant que l'ensablement est plus ou moins important, on trouve sur une largeur plus ou moins grande les trois bandes décrites ci-dessus avec plus ou moins de netteté et d'amplitude et l'on constate pour ces bandes un dynamisme différent (régression ou extension).

**) Partie Est.

Cette deuxième zone des dunes mobiles qui marque un stade plus avancé dans l'établissement de la végétation présente une plus grande homogénéité quant aux conditions édaphiques et en particulier pour ce qui est de l'ensablement, notablement plus faible ici que pour l'association précédente (19,5 cm.).

Les relevés effectués pour cette associations sont donnés dans le tableau ci-après.

Ces relevés correspondent à l'association *Elymeto-Ammophiletum* Br.-Bl. et de Leeuw. Seul le relevé 1947, 09, 04, 7 peut être rapproché de la sous-association *lypicum* de Westhoff, les autres se rapportant toutes à la deuxième *E.-A. festucetosum*, où la *Festuca dumetorum* domine nettement.

Cette association se trouvant ordinairement sur le haut des pentes Ouest de la première dune se maintient parfaitement sur sa partie supérieure (1947, 07, 16, 2) quand celle-ci est horizontale et se trouve alors en contact avec les associations des dunes fixées. Cette limite est parfaitement visible,

Source : MNHN, Paris

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Caractéristiques de l'association :											
Eryngium maritimum	2 1	2 1	1 1		3 2	1	1	1	1		1
Psamma arenaria		1 1	1 1	2 2	3	2	2	2	1 1	2	1
Elymus arenarius		1		1	1	1	1	1		+	
Caractéristiques électives :											
Festuca dumetorum var. *arenaria*	1 1	3 1	1 1	1 1	1 1		1	2	3 3	2	1 1
Convolvulus Soldanella	3 2	2 1	1 +		1 1		1	1	1 1		
Caractéristiques des unités supérieures :											
Agropyrum junceum	2 1					1				1	
Honckenya peploides			1								
Compagnes :											
Melilotus alba								1			
Galium verum var. *maritimum*		1 1			1				2 2	+	
Taraxacum officinale var. *rubinerve*		+			+		+		1 1	+	
Ononis repens		2 1			1 2	1		+	+		2 2
Hypochoeris radicata		+					+	+	1 1		+
Accidentelles :											
Agropyrum pungens	1										
Carex arenaria		1 1									
Senecio Jacobaea		+			+						
Crepis virens					+	1	+		+	+	
Polygala amara					1						
Thymus Serpyllum							+				
Medicago Lupulina							+				+
Plantago lanceolata									+		
Tortula ruralis									+		
Ligustrum europaeum									+		
Medicago sativa									+		
Buddleia sp.									+		

N° 1. — Pente Ouest ; 1re dune partie haute ; 100 m2 ; Nord du Passous, Agon ; 1947, 07, 17, 2.

N° 2. — Pente Ouest ; 1re dune partie haute ; 100 m2 ; Grand Banc, Sud du Passous, pointe d'Agon ; 1947, 07, 17, 4. Les *Ononis*, *Carex*, *Galium*, *Hypochoeris*, *Senecio* étant surtout localisés dans la partie Est, tout à fait supérieure de l'association, où l'action du vent se fait le plus sentir et où l'on est en contact avec l'association suivante.

N° 3. — Pente Ouest ; 1re dune, partie haute ; 50 m2 ; Fosse à Pieot. Pointe d'Agon ; 1947, 07, 26, 1.

N° 4. — Dessus de 1re dune ; 100 m2 ; Pointe d'Agon ; 1947, 07, 21, 3.

N° 5. — Dessus de 1re dune ; 50 m2 ; Pointe d'Agon ; 1947, 07, 20, 1.

N° 6. — Pentes NW. et W. dans les dunes du milieu du marais de Blainville ; 200 m2 ; recouvrement 50 % ; 1947, 09, 04, 6.

N° 7. — Même station que pour le relevé précédent mais à un mètre au-dessus ; recouvrement 50 % ; 1947, 09, 04, 7.

N° 8. — Dessus de 1re dune ; 100 m2 ; Gouville Nord, les Etables ; 1947, 09, 05, 3.

N° 9. — Dessus de dune, pente Ouest ; 100 m2 ; Le Passous Nord, Agon ; 1947, 07, 16, 2.

N° 10. — Partie haute de la butte de Grouchy, Agon ; sable remanié ; 10 m. de haut ; 1947, 09, 04, 4.

N° 11. — Dessus de dune non fixée, faciès très évolué, proche des associations fixées ; Grand Banc, pointe d'Agon ; 1947, 07, 17, 8.

Source : MNHN, Paris

car dans la présente association il n'y a aucune mousse et la végétation est assez élevée, tandis que pour l'association suivante on trouve de nombreuses mousses et une végétation assez rare.

Parfois entre la première dune et les associations fixées se creuse un vallonnement plus ou moins profond (10 m. de large, 2 m. 50 de profondeur par rapport à la première dune et 4 m. 50 par rapport à la deuxième). Ce vallonnement, plus humide que les autres stations des dunes mobiles, possède sur sa face exposée à l'Est (côté Ouest) la végétation de la dune mobile (*Elymeto-Ammophiletum*). Cette pente étant souvent un « à pic d'envahissement », car les vents de Nord-Ouest et d'Ouest font descendre les sables de la première dune dans ce vallonnement qu'ils comblent peu à peu. Sur la face exposée à l'Ouest (côté Est), la végétation se rapproche beaucoup plus de celle des dunes fixées que de celle des dunes mobiles, l'apport de sable étant ici très faible (moins de 5 cm. par an). Dans le fond du vallon, l'association se modifie et l'on a alors une influence rudérale nettement marquée :

3	3	*Agropyrum repens*
2	2	*Agropyrum pungens*
1	+	*Psamma arenaria*
2	2	*Ononis repens*
+		*Senecio Jacobaea*
		Eryngium maritimum
		Arrhenatherum elatius
		Achillea Millefolium
		Daucus Carota
		Tussilago officinale var. *rubinerve*
		Agrostis alba
		Medicago sativa

Une autre indication intéressante est donnée par la curieuse localisation de l'*Agropyrum pungens* sur les bords mêmes des tranchées allemandes. J'ai montré précédemment quelles étaient au point de vue écologique les différences importantes qu'apportaient ces tranchées profondes : grâce à leurs conditions hygrométriques et thermométriques, on peut avoir un tapis végétal très différent, ainsi qu'en témoignent les deux relevés ci-contre pris à peine à un mètre de distance l'un de l'autre :

1	1	*Festuca rubra* var. *arenaria*
2	1	*Eryngium maritimum*
2	2	*Agropyrum junceum*
.	1	*Plantago lanceolata*
+		*Thrincia hirta*
+		*Crepis virens*
+		*Bromus mollis*
+		*Medicago Lupulina*

Relevés N° 1947, 07, 21, 1, à 1,20 m. de la tranchée.

1	1	*Agropyrum pungens*
2	2	*Achillea Millefolium*
2	2	*Agropyrum repens*
+		*Daucus Carota*
		Bromus sterilis
		Tragopogon pratensis

1947, 07, 21, 2, sur les bords de la tranchée.

Westhoff (1947) divise cette association en deux sous-associations ; j'ai pour l'association précédente discuté les relations qui devaient exister entre la troisième bande de l'association précédente et l'*Elymeto-Ammophiletum lypicum* que Westhoff distingue ; mes idées se vérifient pour la grande majorité des stations de ces dunes ; cependant au centre du marais de Blainville, on trouve bien les deux sous-associations indiquées. Le relevé 1947, 09, 04, 6 (N° 6 dans le tableau précédent) correspond à la sous-asso-

Source : MNHN, Paris

ciation *typicum*, alors que le relevé 1947, 09, 04, 7 (N° 7) pris à un mètre au-dessus environ dans la même station montre la sous-association *E.-A. festucetosum* ; tous les autres relevés correspondent à cette dernière sous-association ; en effet il est très rare, au moins dans cette dition, de rencontrer des peuplements abondants d'*Elymus arenarius* et c'est seulement par touffes isolées que l'on trouve cette plante à la limite des deux grandes associations des dunes mobiles.

2° *Dunes fixées.*

En arrière des associations des sables mobiles, étudiés précédemment, se trouve un tapis végétal ordinairement à forte couverture et de faible hauteur ; l'orientation fait apparaître de faibles différences dans la présence de certaines plantes, ce qui permet de distinguer plusieurs associations distinctes.

a) Associations des pentes très chaudes et très arides.

Ces pentes, quand elles sont assez étendues et assez rapides, ont ordinairement un aspect en « marches d'escalier » caractéristique. Les cinq relevés ci-dessous montrent la pauvreté de la flore de ces stations.

Les caractéristiques de cette association sont donc en priorité des thérophytes naines, des mousses qui ont leur principal développement au printemps et qui ont alors besoin d'assez fortes températures : ces conditions sont réalisées pleinement en ces stations. Les nombreuses « compagnes » à faible présence montrent combien cette association peut subir de vicissitudes si les conditions écologiques de la station changent quelque peu : retour à une association de dune plus ou moins mobile (cf. N° 1947, 09, 04, 4. Butte de Grouchy) par remaniement du sable par le vent (caoudeyre) ; évolution vers une association plus rudérale (action anthropozoogène).

L'ensemble des espèces de ces relevés permet donc de définir cette association comme un *Tortulelo-Phleetum* Br.-Bl. et de Leeuw., les caractéristiques étant présentes à un haut degré. D'autre part les principales conditions écologiques : très faible teneur en humus, relative mobilité des sables et très fortes températures dans les couches superficielles du sol et inférieures de l'air sont réalisées. Il semble bien que cette association soit très strictement localisée sur les pentes Sud-Ouest et Sud, les plus chaudes, et qu'elle provienne des associations des dunes mobiles directement, sans intermédiaires. C'est du moins ce que j'ai pu remarquer dans ces dunes quand, dans une carrière de sable abandonnée, la végétation faisait à nouveau la conquête du sol où l'on voyait tout d'abord quelques *Agropyrum repens* et *pungens*, puis rapidement des *Carex arenaria* et immédiatement après la végétation du *Tortulelo-Phleetum* quand l'orientation des pentes sableuses mises à nu le permettait. Pour ce qui est de la sénescence de cette association, il semble que sans interventions extérieures cette association soit très stable c'est ce que j'ai pu remarquer pour certaines stations bien caractérisées (1947, 08, 13, 1).

Source : MNHN, Paris

	1	2	3	4	5
Caractéristiques de l'association :					
Tortula ruralis	3	3	+	+	2
Phleum arenarium	+	1	+	+	+
Vulpia longiseta	2 2	2	+		2
Thymus Serpyllum	2 2	+	+	+	3
Compagnes :					
Festuca dumetorum		+		3	+
Galium verum var. *maritimum*	+			+	
Hypochaeris radicata		-		+	
Cladonia furcata				+	
Psamma arenaria				+	
Eryngium maritimum	+		-		
Convolvulus Soldanella			+		+
Carex arenaria	+			+	
Melilotus alba	+				
Anthyllis vulneraria		+			
Silene conica				+	
Festuca glauca			+	2	
Convolvulus arvensis	+	+			
Allium vineale		+			
Eryngium campestre			+		
Ononis repens				+	
Hypnum sericeum				+	+
Agropyrum pungens		+			
Bromus mollis			+		
Crepis virens	+	+			
Poa pratensis		+			
Sedum acre					+
Lotus corniculatus					+
Hieracium pilosella					+
Dianthus prolifer					+

N° 1. — Pente exposée au Sud 35 % ; Mont à Regret, Charrière Chitel, Pointe d'Agon ; 100 m2 ; 80 % de recouvrement : 1947, 08. 13, 1 (en marches d'escalier). Ajouter à ce relevé : *Trichostomum flavovirens*.

N° 2. — Pente Sud-Ouest 30 % ; Marais de Coutainville, dans une ancienne carrière de sable ; 30 m2 ; recouvrement 80 % ; 1947, 09, 04, 2.

N° 3. — Pente Sud très raide 45 % : Gouville ; 50 m2 ; en marches d'escalier, recouvrement 50 % ; 1947, 08, 27, 2.

N° 4. — Pente Sud-Ouest 30 % ; Gouville ; 50 m2 ; recouvrement 90 % ; 1947. 09, 05, 4.

N° 5. — Pelouse pente Sud dégradée 20 % ; Marais de Coutainville ; 20 m2 ; recouvrement 90 % ; 1947, 09, 04. 3.

b) Association des pelouses et des stations peu et moyennement arides.

A côté de la petite association précédente s'en trouve une autre très complexe qui recouvre presque entièrement toutes les dunes fixées. Je donne ci-contre le relevé de 33 stations prises très diversement dans ces dunes.

Source : MNHN, Paris

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sedum acre	+	+	+	+	+	+		+	1	1-3	+
Galium verum	1·2	+	2·2	1·1	+	+			+	+	
Hypnum cupressiforme		+	+	+	+	+	+		+		
Plantago lanceolata		+	+	+	1	+		+			
Hypochaeris radicata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Tortula ruralis	+		+	+	+	+	+	+			
Phleum arenarium	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Crepis virens			+	2·1	+		+	+			
Poa pratensis		+	+		+		+	+	+		
Festuca dumetorum	2·2	+	2·2	2-2	+	2	1	+	1	+	5-1
Lotus corniculatus	+		+								
Cladonia furcata	+	+	3	+	4	+			3	3	
Hieracium Pilosella	+	3	1·3	+	2	+	+			+	
Dianthus prolifer	+	2	+		+				+	2–+	
Medicago Lupulina		+		+	+					+	
Psamma arenaria		+	+	+	+	2	+		+		+
Eryngium maritimum		+	+	1·1	+	+	+	+			
Convolvulus Soldanella				+	+	+	+	+		+	2-2
Carex arenaria	+	+	2		+	1			+	2·2	
Ononis repens	+			+		+	+		+	-	2·2
Euphrasia gracilis									+		
Thymus Serpyllum											
Taraxacum officinale				+		+	+	+			2·1
Agropyrum junceum								+			
Melilotus alba							+	+			1-1
Trifolium pratense							+	+			
Anthyllis vulneraria							+				
Euphorbia Paralias							+	+			
Crithmum maritimum							+	+			
Honckeneyo peploides							+	+			
Silene conica			+								
Bromus sterilis					+						
Festuca glauca											
Convolvulus arvensis											
Allium vineale										+	
Thesium humifusum	+										
Odontites rubra					+						
Eryngium campestre											
Diplotaxis tenuifolia											+
Cerastium semidecandrum	+								+	+	
Agropyrum pungens								3			1·2
Carduus nutans								+			
Cirsium acaule				+							
Senecio Jacobaea	+			+	+						
Dactylis glomerata										+	
Daucus Carota		+	+				+		+		1·1
Bromus mollis	+										+
Agropyrum repens			+			+				+	
Mibora verna			+								
Cynodon dactylon										3-3	
Medicago sativa			+	+	+	+			+	+	+
Polygero canina			+	+					+	+	
Achillea Millefolium											
Koeleria cristata											
Cuscuta epithymum											
Tragopogon pratensis											
Erodium cicutarium											
Rhinanthus minor											

Source : MNHN, Paris

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Sedum acre	+	1	+	1·2	+	+	+	+	+	+	+
Galium verum		+	1·1	2·1	+	1	+	2	+	2	+
Hypnum cupressiforme	+	+	+	+	+		2		+		3
Plantago lanceolata	+	+	+	2·1		+		+	+	2	+
Hypochaeris radicata	+	+	+			+	+	+		+	+
Tortula ruralis				+							
Phleum arenarium	+	+	1·1								
Crepis virens	+		+	1·1	+	+				+	
Poa pratensis	+	1			2·2	+	+			+	
Festuca dumetorum		+	2·2	2·2	4·4	3	1	+	+	4·2	
Lotus corniculatus	+			+	+						
Cladonia furcata		+			2	2	3	3	+		
Hieracium Pilosella			1·1	+	2	+	+	2	+		+
Dianthus prolifer									+		
Medicago Lupulina				+	+	+		+			+
Psamma arenaria		+	+						+	+	+
Eryngium maritimum		+		+							
Convolvulus Soldanella						+					+
Carex arenaria	+	1		+		+	+	+			+
Ononis repens		+	+	+		+			+	+	
Euphrasia gracilis	+	+			+				+		+
Thymus Serpyllum	3	+				+					
Taraxacum officinale											+
Agropyrum junceum							+				
Melilotus alba											
Trifolium pratense						+					
Anthyllis vulneraria											
Euphorbia Paralias											
Crithmum maritimum											
Honckeneya peploides											
Silene conica											
Bromus sterilis			+								
Festuca glauca										+	
Convolvulus arvensis			+		+						+
Allium vineale					+	+					
Thesium humifusum					+						
Odontites rubra					+						
Eryngium campestre		+									
Diplotaxis tenuifolia											
Cerastium semidecandrum			+		+						+
Agropyrum pungens											
Carduus nutans											
Cirsium acaule											+
Senecio Jacobaea			+								+
Dactylis glomerata			2·2								
Daucus Carota			+				+		+		2
Bromus mollis	+		+	+							+
Agropyrum repens					1·1	+					
Mibora verna											
Cynodon dactylon											
Medicago sativa			+	+	+			+			
Peltigera canina			+	+		+					
Achillea Millefolium						+					
Koeleria cristata											
Cuscuta epithymum				+							
Tragopogon pratensis			+								+
Erodium cicutarium		+									
Rhinanthus minor											+

Source : MNHN, Paris

	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Sedum acre								+	+	+	+
Galium verum	+	+	2-1	+		+	1	+	+	+	+
Hypnum cupressiforme	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	3
Plantago lanceolata	+	+		2	+	+	+	+		+	+
Hypochaeris radicata	+	+	+		2-2	+	+	+	+	+	
Tortula ruralis											
Phleum arenarium											
Crepis virens			+		2-1					+	+
Poa pratensis	+		3-3	+			+	+		+	3
Festuca dumetorum	3-3	2	2-2			+	2	+	+	+	
Lotus corniculatus				+			+	+	2		
Cladonia furcata		+						1	+		
Hieracium Pilosella		+	+		+	+	+				
Dianthus prolifer							+	+		+	
Medicago Lupulina			+						+		
Psamma arenaria		2	+	+		+		+			+
Eryngium maritimum				+	+					+	+
Convolvulus Soldanella		+									
Carex arenaria	+		+				+		+	+	
Ononis repens	2-2					+	+			2	
Euphrasia gracilis				+		+		+			+
Thymus Serpyllum				+				+		+	
Taraxacum officinale								+			
Agropyrum pinceum								+		2	
Melilotus alba											
Trifolium pratense											
Anthyllis vulneraria											
Euphorbia Paralias											
Crithmum maritimum											
Honckeneya peploides											
Silene conica								+			
Bromus sterilis											+
Festuca glauca				+		+		+			
Convolvulus arvensis	+		+							+	
Allium vineale	+						+				
Thesium humifusum											
Odontites rubra	+					+	+				
Eryngium campestre						+		2			
Diplotaxis tenuifolia								+			
Cerastium semidecandrum	+					+					
Agropyrum pungens							+				
Carduus nutans						+		+			
Cirsium acaule		+									
Senecio Jacobaea						+					
Dactylis glomerata		+	1-2					+			
Daucus Carota	2-2	+	+			+	+			+	
Bromus mollis			+	+				+			
Agropyrum repens	1-3		+					+			
Mibora verna	+										
Cynodon dactylon						+				3	
Medicago sativa			+							+	
Polligera canina			+					+	+		
Achillea Millefolium										+	
Koeleria cristata								+	+		
Cuscuta epithymum	+		+				+				
Tragopogon pratensis											
Erodium cicularium						+		+			
Rhinanthus minor		+									

Source : MNHN, Paris

N° 1. — Pelouse pente Est légère ; Mielles d'Agon ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 17, 10. Il faut ajouter à ce relevé : *Polygala amara*.

N° 2. — Pente douce Sud-Ouest et Sud 5-10 % ; Mont à Regret ; Mielles d'Agon ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 25, 1.

N° 3. — Pente Ouest 40 % en marches d'escalier surtout dans la partie supérieure (*Tortula*). La base est en continuation avec la pelouse humide inférieure, la partie très sèche est à recouvrement de 80 % et présente en plus grande abondance les espèces des sables mobiles ; pente moyenne 20 % ; recouvrement à la base 100 % : Mielles d'Agon ; 1947, 08, 07, 1. 50 m2.

N° 4. — Pelouse haute, pente légère vers l'Est 5 % ; non loin des associations mobiles ; le Sud du Passons, Mielles d'Agon ; 200 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 30, 1.

N° 5. — Pente Ouest 20 %, très chaude (les mesures du 14 août relatives à cette orientation ont été faites en cette station) ; Les Fosses à Pieut, Mielles d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 03, 2.

N° 6. — Pente Est 10 % ; à la limite des dunes mobiles, ancien champ labouré il y a plus d'une dizaine d'années ; Le Grand Banc. Mielles d'Agon ; 50 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 08, 04, 1.

N° 7. — Vieille dune fixée remaniée par un apport récent de sable, pente nulle ; les étables du Nord, Gouville ; 200 m2 ; recouvrement 80 % ; 1947, 09, 05, 4.

N° 8. — Station de dunes à peine fixée au milieu des dunes mobiles, pente nulle ; Pointe Nord fermant le havre de Blainville ; 100 m2 ; 70 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 8. Ajouter : *Matricaria maritima*, *Agrostis maritima*, *Asparagus officinalis*.

N° 9. — Pelouse haute 5 % ; orientée au Sud ; Mont à Regret ; Mielles d'Agon ; 25 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 13, 2. Ajouter : *Trichostomum flavovirens*.

N° 10. — Pente Sud-Ouest légèrement humide au bord d'une prairie humide améliorée 10 % ; Mielles d'Agon ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 07, 2. Ajouter : *Salvia Verbenaca*.

N° 11. — Fond de vallonnement dans les dunes mobiles ; Le Grand Banc, Pointe d'Agon ; 50 m2 ; 70 % de recouvrement ; 1947, 07, 17, 6.

N° 12. — Pelouse Est 5 % ; Dunes de l'éperon Nord au centre du marais de Blainville nettement au-dessus du niveau des plus hautes mers de vive eau ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 06, 1.

N° 13. — Pelouse pâturée enclose sèche mollement vallonnée ; Mielle d'Agon ; 500 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 5.

N° 14. — Pente Est du Mont à Regret 30 % ; Mielles d'Agon ; station sèche à cause de la forte pente ; 50 m2 ; 90 % de recouvrement ; 1947, 07, 29, 1.

N° 15. — Pelouse fixée, sèche et haute ; Mielles d'Agon ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 17, 9.

N° 16. — Pelouse horizontale, assez sèche, probablement très anciennement labourée, végétation non rase ; Le Grand Banc, Mielles d'Agon ; 200 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 07, 4.

N° 17. — Pelouse sèche non pâturée à l'Ouest de la station 1947, 09, 01, 5, près des dunes mobiles ; Pointe d'Agon ; 200 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 6.

N° 18. — Pente Est, à côté du bois de Pins, pente 20 % ; Pointe d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 4.

N° 19. — Pelouse, haute et très sèche anciennement défrichée des *Ulex* ; mielles d'Agon ; 5 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 25, 2.

N° 20. — Pelouse Sud-Ouest au Mont à Regret ; Mielles d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 24, 1.

N° 21. — Pente Est 10 % ; Boulevard, Gouville ; ancienne dune fixée se trouvant

Source : MNHN, Paris

par suite de l'attaque de la mer en première ligne et présentant face à la plage une falaise de 6 mètres de haut ; elle est très modifiée par un apport de sable considérable venant de l'Ouest et qui recouvre après chaque coup de vent toute la végétation d'une couche uniforme de 10 cm. parfois ; 300 m2 ; 60 % de recouvrement ; 1947, 08, 27,4.

N° 22. — Pente Nord humide 30 % ; Linverville, Mielles de Gouville : 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 27, 5. Ajouter : *Rubus* sp., *Ulex europaeus*, *Ranunculus acer* ssp. *Borealis*, *Ligustrum vulgare*, *Polypodium vulgare*, *Carlina acaulis*.

N° 23. — Pelouse horizontale humide, à côté du relevé 1947, 09, 01, 4 à 2 m. 50 plus bas, très beau peuplement de hautes graminées, Mielles d'Agon ; 25 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 07, 5. C'est en ces deux stations que j'ai fait des mesures d'humidité comparative de l'air le 4.VIII.1947 à 16 h. Il faut ajouter : *Arrhenantherum elatius*, *Linum catharticum*, *Holcus mollis*.

N° 24. — Pente Nord peu humide 10 % ; Fosses à Picot, Mielles d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 03, 4. Ajouter : *Centaurea Jacea*, *Crataegus monogyna*.

N° 25. — Pente Nord 15 % ; très nombreuses mousses et végétation haute : Mielles d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 07, 3 ;

N° 26. — Pente Nord 5 % ; Gouville ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 27, 1.

N° 27. — Pente Ouest correspondant au vallonnement de la station 1947, 07, 17, 6 ; pente de 15 % ; très sèche ; Le Grand Banc, Mielles d'Agon ; 1947, 07, 17, 7.

N° 28. — Pelouses mollement ondulées à l'Ouest de la Trémaillerie, Gouville ; 500 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 05, 1.

N° 29. — Dessus de la dune bordière Nord du havre de Regnéville ; pente Nord 5 % ; pelouse naturelle sèche un peu broutée ; Pointe d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 1. Ajouter : *Briza media*.

N° 30. — Champ de courses de Coutainville, sables graveleux, molles ondulations ; Agon ; 400 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 1. Ajouter : *Plantago coronopus*, *Pleurochaete squarrosa*, *Bryum caespitiferum*, *Barbula revoluta*, *Ceratodon purpureus*.

N° 31. — Fond de vallon dans des dunes fixées et sèches ; Pointe d'Agon ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 8.

N° 32. — Pré frais régulièrement fauché et amélioré près du havre de Regnéville, Mielles d'Agon ; 500 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 01, 2.

N° 33. — Pente Nord très raide 45 % ; vis-à-vis de la station 1947, 08, 27, 2 ; 20 m2 ; 100 % de recouvrement ; Gouville ; 1947, 08, 27, 3.

Ces relevés montrent tout d'abord un premier lot d'espèces à très forte présence ; les unes sont des ubiquistes dans les mielles (*Festuca dumetorum* var. *arenaria*), mais la majorité peut être considérée comme des caractéristiques de cette association ; elles permettent de rapprocher cette association d'un *Corynephoretum canescentis* et en tout cas de la ranger dans l'alliance correspondante, car elle possède des caractéristiques de plusieurs des associations de cette alliance à un haut degré de présence (*Hypochaeris radicata*, *Hieracium Pilosella*, *Galium verum* var. *littorale*). Si, comme il semble bien, il n'est pas possible de l'identifier à une association déjà connue, on pourrait la nommer Ass. à *Galium littorale* et *Sedum acre*. Elle serait ainsi l'homologue : 1° du *Violeto-Corynephoretum dumetorum* Westhoff, 2° d'un complexe entre les trois associations : la première *Corynephoretum*

Source : MNHN, Paris

canescentis s.-ass. à *Agrostis canina* TUXEN, la deuxième à *Festuca ovina* et *Thymus angustifolia* TUXEN et la troisième à *Festuca capillata* et *Galium verum* BR.-BL. et DE LEEUW, 3° de l'association à *Corynephorus canescens* et *Helichrysum Stoechas* K.L. et aussi 4° d'un faciès sec de l'association à *Rosa pimpinellifolia* et *Ephedra distachya*. En comparant ces divers relevés, on voit les tendances évolutives de ce tapis végétal soit vers l'association précédente (1, 3, 4, 5, 7, 8), soit vers l'Arrhénathéraie (22 et 23).

En effet ces pelouses diversement localisées dans les mielles et diversement orientées présentent des conditions écologiques assez variables de station à station ; depuis les plus sèches (orientation Ouest et Sud-Ouest) jusqu'aux pentes les plus humides exposées au Nord et ayant une forte inclinaison. Pour les pelouses sub-horizontales, c'est surtout la hauteur de la nappe phréatique par rapport au niveau du sol qui importe : c'est ce qui est mis en évidence par les deux relevés 1947, 09, 01, 4 et..., 5.

Sur les pentes exposées au Nord, dont la pente est assez forte et dont la surface n'est pas trop réduite (1947, 08. 27, 5), on trouve une végétation nettement plus abondante et variée. Je pense que l'on peut voir en ces stations un faciès de l'association ci-dessus, faciès assez analogue à celui qu'avait créé WESTHOFF pour le *Violeto-Corynephoretum* et aussi assez proche de l'Arrhénathéraie dont elle possède certaines caractéristiques ; ce faciès étant caractérisé surtout par une abondance de mousses en épais tapis (*Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme* var. *elatum* et var. *ericetorum*, *H. purum*, *Brachythecium albicans* et *B. rutabulum*. L'orientation de ces pentes donnant une humidité beaucoup plus grande et surtout plus constante, une insolation infiniment plus faible, permet le magnifique développement de ces mousses, ce qui crée un milieu tout à fait favorable à la formation d'une couche d'humus ; cet humus, protégé par les hautes graminées, améliore notablement le sol de ces stations, permettant une évolution plus poussée du tapis végétal avec de nombreux arbustes (surtout des *Ulex*).

Au milieu des stations d'*Ulex*, lorsque la végétation est assez claire on trouve quelques plantes caractéristiques de l'Arrhénathéraie ou qui y sont fréquentes (*A. elatius*, *Daucus Carota* ; *Holcus mollis*, *Lolium perenne*, *Valerianella oliloria*, *Leucanthemum vulgare*, *Cerastium semidecandrum* et surtout les mousses précitées). Quand la formation à *Ulex* est, au contraire, très tassée, il ne subsiste alors comme strate herbacée que quelques Valerianelles et Ceraistes et seulement l'*Hypnum cupressiforme*. Lorsque la station est établie depuis longtemps et surtout quand les *Ulex* sont assez hauts pour protéger une autre végétation arbustive, se développent seulement alors les *Ligustrum europaeum*. Mais ils ne dépassent que bien rarement la hauteur des Ajones à cause des vents trop violents. C'est là le début du climax de la région : climax dont on peut voir les tout premiers stades dans les dunes les plus vieilles et les plus humides, c'est-à-dire où les facteurs édaphiques inhérents aux mielles sont les plus atténués et où par contre-coup ce sont

Source : MNHN, Paris

les facteurs climatériques généraux qui influent le plus sur la végétation. Dans ces dunes fixées, l'arbre de beaucoup le plus fréquent est le *Populus nigra* (*s. l.*) ; c'est le seul arbre qui peut résister dans les stations les plus arides, il est vrai bien souvent à l'état d'arbuste. La colonisation de ces terrains sableux se faisant d'Est en Ouest on voit, en allant vers la mer, peu à peu se réduire leur nombre et c'est l'*Ulex europaeus* qui progresse le plus jusqu'à la limite des dunes mobiles, mais c'est qu'alors il est localisé dans de petites dépressions qui lui permettent de subsister. Dans cette dition, à ma connaissance il n'existe qu'une station d'*Hippophae rhamnoides*. Avant la guerre, en 1938, les plus hauts arbustes pouvaient atteindre 2 mètres de haut ; détruite en grande partie, la station s'étend tant sur le versant Nord-Ouest où se trouve le plus grand nombre de touffes que sur la haute pelouse ; ces rejets n'ont que 50-60 cm. de haut et il n'y a pas lieu d'envisager une association distincte, le tapis herbacé étant analogue à celui de la majorité des stations des dunes fixées.

c) Pannes humides.

Au milieu des pannes très légèrement humides se trouvent des parties basses, qui possèdent une toute autre végétation : végétation arbustive.

	1	2	3	4	5	6	7
Caractéristiques :							
Salix repens		+	2	+	+		3
Salix caprea		+	4		+	+	
Ligustrum europaeum			+	+			
Compagnes :							
Daucus Carota	+		+	+	+	+	
Dactylis glomerata			+	+			
Plantago lanceolata				+		+	
Rubus sp.		+		+		+	
Anthoxantum odoratum		+		+			
Arrhenatherum elatius	+		+		+	+	+
Agropyrum pungens				+	+	+	+
Agropyrum repens			+	+	+		
Galium verum	+		+	+			+
Carex arenaria		+		+	+		
Hieracium Pilosella				+	+		
Festuca dumetorum var. *arenaria*	+	+	2	+		+	+
Hypochaeris radicata		+			+		+
Ononis repens	+				+		
Lotus corniculatus		+					+
Senecio Jacobaea			+				+
Hypnum Cupressiforme			+				+

N° 1. — Limite d'une station de *Salix repens* : Station Nord du Mont à Regret ; Mielles d'Agon ; 50 % de recouvrement ; 10 m2 ; 1947, 08, 13, 4. Ajouter : *Taraxacum officinale, Melilotus alba, Barbula convolutu.*

N° 2. — Station de *Salix repens*, du relevé précédent, Station Nord du Mont à Regret, Mielles d'Agon ; 25 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 08, 13, 3.

N° 3. — Fosses à Picot, Panne humide ; Pointe d'Agon ; 50 m2 ; 100 % de recou-

Source : MNHN, Paris

vrement ; 1947, 09. 03, 1. Ajouter : *Lithospermum officinale, Iris foetidissima, Poa pratensis, Medicago sativa.*

N° 4. — Panne humide à l'Ouest du Mont à Regret ; Mielles d'Agon ; 50 m2 ; 90 % de recouvrement ; 1947, 08. 13, 5. Ajouter : *Hypericum tetrapterum* (fig. 21), *Epipactis latifolia, Psamma arenaria.*

N° 5. — Fosses à Picot, Panne sèche, Pointe d'Agon ; 100 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09. 03, 3 ; Ajouter : *Pinus maritima, Hypnum purum, Crataegus monogyna, Ulmus campestre* (s.l.), *Asparagus officinalis, Rosa spinosa, Odontites rubra, Cirsium acaule, Brachypodium silvaticum, Agrostis alba.*

N° 6. — Bas-fond humide, partie la plus basse à *Juncus* ; Station XVI ; Mielles d'Agon ; 10 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 24, 2. Ajouter : *Convolvulus arvensis, Holcus mollis, Inula Conyza, Carex glauca, Juncus glaucus* (2).

N° 7. — Même lieu que précédemment, mais légèrement au-dessus ; 5 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 07, 24, 3. Ajouter : *Dianthus prolifer, Centaurea Jacea, Lolium perenne.*

FIG. 21. — Vue de la station XIV-XV de *Salix repens*. Panne humide à l'Ouest du Mont à Regret (au lointain, à gauche). Au milieu, touffe de *Salix repens* protégée par les *Salix caprea*, morts à leur sommet du côté Ouest. Les grosses taches noires dans les lointains sont des stations d'*Ulex* ; sur la pente Ouest du Mont à Regret les trois petites taches sont des peupliers noirs broutés.

Ces relevés correspondent à un faciès sec de l'association à *Calamagrostis Epigeios*, faciès à *Salix repens* de HOCQUETTE. Le relevé 1947, 07, 24, 2 ne diffère que par la présence abondante de *Juncus glaucus* qui remplace le *Salix repens*. La grande quantité de plantes de stations sèches est due à l'environnement de ces stations par des pelouses ordinairement très sèches. L'hiver dans les stations à *Salix repens* le sol est recouvert d'une légère couche d'eau qui disparaît au printemps, plus ou moins tôt, ce qui explique les légères différences qui existent de station à station.

L'évolution de ces stations va vers un stade de plus en plus sec, aussi n'est-il pas rare de voir émerger des stations de *Salix repens*, quand elles sont

Source : MNHN, Paris

âgées, des touffes d'autres plantes à exigences plus arides, telles que les *Ulex europaeus* ; le sol s'exhaussant par place seulement, la station à *Salix repens*, d'abord continue, se fragmente en petites stations séparées par des arbustes plus ou moins élevés qui peu à peu gagnent sur la station antérieure et diminuent de plus en plus son aire ; les plantes des stations voisines les moins exigeantes quant à la sécheresse arrivent elles aussi à coloniser ces stations et à diminuer progressivement la touffe de *Salix repens*, plante qui, à l'optimum de la vie de l'association, était presque exclusive. Ces buissons, accompagnés de plantes de l'Arrhénathéraie, peuvent conduire, si les conditions micro-climatériques ne sont pas trop défavorables (trop grande sécheresse de l'air), vers la formation *climax*, mais c'est ordinairement vers l'Arrhénathéraie, par régression des arbustes et de leur cortège de plantes, que ces stations, très restreintes ordinairement en surface, évoluent.

d) Pelouses améliorées par culture (*Arrhenatherelum elatioris*).

Quand le fond de ces pannes reste un peu plus sec, mais est cependant plus humide que dans les stations du *Galium littorale-Sedum acre*, cette association évolue directement vers l'Arrhénathéraie sans passer par l'association à *Salix repens*. Cela se produit ordinairement quand ces stations sont, en plus, protégées des vents arides du secteur Ouest par des rideaux d'arbres (*Populus nigra, P. alba, Salix caprea, S. alba*).

C'est dans ces stations que les améliorations ont été le plus poussées. Les relevés suivants, principalement les deux premiers, montrent comment ont évolué ces pelouses sèches en prairies plus ou moins améliorées.

	1	2	3	4
Medicago sativa	3	1	+	
Poa pratensis	2	+		+
Lolium perenne	+	+	+	
Dactylis glomerata	1		1	1
Arrhenatherum elatius	+	+	1	+
Achillea Millefolium	+	2	+	
Plantago lanceolata	+	1	+	
Cynodon dactylon		+		+
Hypnum cupressiforme	2			
Hypochaeris radicata	+			
Taraxacum officinale	+			
Agropyrum pungens			+	
Ulex europaeus			+	
Centaurea Jacea			+	
Convolvulus arvensis	+			+
Verbascum Thapsus				+
Gallium verum var. *arenarium*				+

N° 1. — Champ cultivé, sec, Mielles d'Agon : 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 15, 1.

N° 2. — Champ très amélioré, frais. Mare Délaissée, 50 m2 : 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 15, 4.

Source : MNHN, Paris

N° 3. — Champ cultivé, sec, talus exposé au Nord ; Mielles d'Agon ; 20 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1967, 09, 15, 2.
N° 4. — Même champ que pour les relevés 1967, 09, 15, 1 et... 2, talus exposé au Sud : 20 m2 : 100 % de recouvrement : 1967, 09, 15, 3.

e) Talus préclimax.

Les dernières stations qu'il faut considérer maintenant, dans cette série des associations psammophiles, sont les talus des charrières dénommés *les fossés*. En effet, dans la deuxième moitié du siècle dernier, il a été tenté un essai d'amélioration des dunes de la pointe d'Agon ; l'on a fait alors tout un réseau de pistes qui se coupent à angle droit et s'allongent sur plusieurs kilomètres. Ces talus présentent donc des faces orientées au Nord, à l'Ouest, au Sud et à l'Est ; ils ont toutes les caractéristiques des pentes naturelles étudiées précédemment. Cependant dans les parties les plus anciennes, où j'ai déjà montré que l'action du climat était primordiale pour l'évolution des pelouses, ces talus ont une végétation arbustive, voire arborescente importante. On y rencontre ainsi des Saules (*S. Caprea, alba, fragilis* var. *discolor*), des Ormes (*U. campestre* s. l.), des Pruniers (*P. insititia*), des Frênes (*F. excelsior*), des Pommiers (*M. communis*), de rares Chênes (*Q. pedunculata*) et surtout des Peupliers (*P. nigra* s. l. et *alba*), le premier des deux étant infiniment le plus fréquent et le plus résistant tant aux conditions climatériques locales qu'à l'élagage et l'abroutissement. Les arbustes les plus fréquents sont les : *Ulex europaeus, Ligustrum europaeum, Crataegus monogyna*, enfin Clématite (*C. Vitalba*) et *Rosa canina* (*s. l.*). Cet ensemble d'arbres et d'arbustes correspond à l'association à *Prunus spinosa* et *Crataegus* Hueck., c'est-à-dire à l'association qui constitue un groupement transitoire vers la forêt de Chêne-Charme qui est le climax de la région.

Ainsi donc cette série d'associations psammophiles qui part des stations les plus arides jusqu'à celles des pannes humides aboutit dans les stations les plus anciennes à la *formation naturelle* caractéristique de la région.

II. Associations d'eau douce.

Dans les pannes les plus basses et surtout au pied même de l'escarpement granulitique qui domine les mielles d'Agon, on trouve une série de mares plus ou moins grandes, mais qui sont permanentes. Leur végétation n'étant pas différente de celles qui se trouvent à l'intérieur du pays, cette étude sera beaucoup plus succincte que la précédente.

Toutes les prairies qui entourent ces mares doivent se ranger dans la classe des Molinieto-Arrhenatheretea, ce qui correspond aux prairies plus ou moins humides. Autour de la mare Délaissée ce sont principalement les associations de l'alliance du *Calthion palustris* Tuxen qui dominent ; on trouve en effet un très grand nombre des caractéristiques de l'ordre : *Cirsium palustre, Lychnis Flos-Cuculi, Deschampsia caespitosa, Orchis maculata*.

Source : MNHN, Paris

Si l'on passe en revue les diverses associations par ordre croissant d'exigence d'humidité, on trouve après l'Arrhénathéraie l'association à *Lolium perenne* et *Cynosurus cristatus* Br.-Bl. et de Leeuw par petites plaques assez peu étendues où ces deux plantes forment le principal de la végétation. A un niveau inférieur apparaît un mélange assez confus des principales espèces de l'ordre du *Molinietalia* avec prédominance tantôt d'espèces de l'alliance du *Molinion coeruleae* (Ass. : *Molinietum coeruleae* s.-ass. à *Hydrocotyle vulgaris* Tuxen : *Hydrocotyle vulgaris, Agrostis canina, Iris pseudacorus*), tantôt d'espèces de l'alliance du *Calthion palustris* Tuxen (*Caltha palustris, Ranunculus repens*).

C'est seulement en dessous que l'on trouve la végétation aquatique des bords des eaux : les roselières (*Scirpeto-Phragmitetum* Koch.).

Ces bords des eaux sont caractérisés par l'extrême abondance des *Phragmites communis*, des *Typha latifolia* et des *Rumex Hydrolapathum*. Toutes les plantes de cette association n'ont pas la même exigence au point de vue de l'humidité ; vers le centre, c'est d'abord les *Scirpus lacustris* qui dominent en peuplement serré. Ensuite se rencontre une frange plus terrestre à *Typha latifolia, Phragmites communis* et à *Rumex Hydrolapathum*, ces plantes formant une végétation extrêmement dense et haute (2 m. 50) et ne permettant que peu ou pas de végétation rampante. Celle-ci n'apparaît que lorsque les *Typha* s'éclaircissent par suite du relèvement du niveau du sol et en conséquence de son assèchement. Cependant une liane progresse notablement dans le peuplement serré des grandes hélophytes, c'est *Solanum Dulcamara*. On a donc sur le bord : *Oenanthe pencaedanifolium, Polygonum amphibium, Galium elongatum* et *Anagalis tenella* (*Hydrocotyle vulgaris*). C'est seulement quand la végétation possède très peu de Phragmites que l'on voit apparaître : *Epilobium hirsutum, Brunella vulgaris, Holcus lanatus, Inula dysenterica, Potentilla argentea, Ranunculus acer* var. *Boreanus, Torilis anthriscus, Agrimonia Eupatoria, Vicia cracca, Rubus* sp., *Cyperus longus, Equisetum arvense, E. limosum* ; ainsi que des arbustes : *Fraxinus excelsior, Cornus sanguinea, Populus nigra.*

Parfois, quand les mares sont petites et proches des havres, on trouve en leur centre non pas *Scirpus lacustris*, mais *S. maritimus*, ce qui permet de penser que dans certaines parties basses il peut y avoir encore des influences maritimes (*Scirpetum maritimae*, Tuxen).

Enfin, pour ce qui est de la végétation aquatique flottante, on trouve dans les grandes mares surtout des *Potamogeton* sp. et dans les petites *Lemna minor, L. trisulca*, des *Batrachium*, des *Chara* et des *Myriophyllum*. L'évolution de ces associations conduit des stades flottants aux stades terrestres : ainsi les *Phragmites*, les *Typha* et les *Rumex*, grâce à leurs énormes appareils souterrains, effectuent un rapide comblement et les roselières régressent au profit des stades prairiaux, voire même de la formation climax (Saules et Frênes).

Source : MNHN, Paris

III. — Associations halophiles.

L'étude de ces associations a été faite dans les havres de Regnéville et de Blainville.

1° *La slikke.*

Au centre de ces havres, qui découvrent complètement à marée basse, on trouve surtout des bancs de vase nue et de petits ruisseaux où l'on ne rencontre qu'une végétation cryptogamique (Enthéromorphes).

Pour ce qui est de la slikke proprement dite, elle est, comme pour les autres estuaires déjà examinés dans la région (Fremur, Orne, Seulle), assez mal développée ; elle présente une végétation très lâche composée surtout de : *Salicornia herbacea*, *S. dolychostachia*, de *Suaeda maritima*, ainsi que de quelques rares pieds de *Salicornia perennis* et de *Spartina Townsendi*, (*Salicornieto-Spartinetum* Br.-Bl. et de Leeuw 1936) (Relevés : 1947. 08, 31. 1 et 1947, 09, 03. 7).

2° *Le schorre.*

a) Niveau inférieur.

Dans ces estuaires, suivant les points où l'on examine le schorre, on trouve des différences importantes, car tantôt c'est un tapis dense de *Suaeda* et *Salicornia herbacea*, tantôt une prairie à *Obione portulacoides* pure, ou même une formation fermée à *Glyceria maritima* ; ces différents tapis ne se présentant pas successivement, mais étant complètement imbriqués, on ne doit voir là que divers faciès qui peuvent se transformer suivant les exigences locales, mais sans aucune succession précise. (Le tapis de *Glyceria* domine par exemple quand il y a pâturage important). Les relevés ci-dessous montrent que ce tapis correspond à l'association du *Puccinellietum maritimae* (*Atropidietum*) Br.-Bl. et de Leeuw 1936.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Présence
Salicornia perennis	+										1
Spartina Townsendi	+	+									2
Salicornia herbacea	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	10
Obione portulacoides	+		+	+		3		+	+	+	7
Suaeda maritima		+	+		R	+	+	3		1	7
Glyceria maritima		+	+		5	+	+	+	+		7
Aster Tripolium			+		+				+	+	4
Statice Limonium						+	+				2
Plantago maritima							+				1
Spergularia rubra										+	1
Frankenia laevis										+	1
Agropyrum junceum										+	1

N° 1. — Marais tout à fait au bord du schorre, Agou ; 50 m2 ; 80 % de recouvrement : 1947. 08. 31. 1.

Source : MNHN, Paris

N° 2. — Marais de Blainville ; Station au bas d'une plage vaseuse au bord du ruisseau principal ; 25 m2 ; 60 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 7.
N° 3. — Marais d'Agon ; Terrasse du schorre proprement dit au bout de la Charrière du Commerce ; 300 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 08, 31, 2.
N° 4. — Marais de Coutainville ; en arrière du cordon littoral recouvert de sables mobiles ; partie la plus basse juste au bord des petits ruisseaux ; 100 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 09, 13, 2.
N° 5. — Marais de Blainville, partie Nord, zone la plus basse précédant les ruisseaux de la slikke ; 200 m2 ; 70 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 6.
N° 6. — Marais de Blainville, partie Nord, 10 cm. plus haut que le relevé 1947, 09, 04, 6 ; 100 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 5.
N° 7. — Marais de Blainville, partie Nord, 20 cm. plus haut que la précédente ; 50 m2 ; 70 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 4.
N° 8. — Marais de Coutainville ; 20 cm. au-dessus du relevé 1947, 09, 13, 2 ; 50 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 09, 13, 3.
N° 9. — Même station 10 cm. au-dessus du relevé précédent ; 50 m2 ; 70 % de recouvrement ; 1947, 09, 13, 4.
N° 10. — Même station 10 cm. au-dessus de la précédente, légèrement au-dessous de la laisse des plus hautes mers de vive eau ; 50 m2 ; 90 % de recouvrement ; ce relevé est un intermédiaire avec l'association suivante ; 1947, 09, 13, 5.

b) Niveau supérieur.

Sur la plate-forme du schorre, légèrement au-dessus de l'association précédente, on trouve un autre tapis végétal. Mais c'est surtout, comme dans la précédente association, à divers faciès que l'on a affaire.

Les relevés correspondants sont réunis dans le tableau ci-dessous :

	1	2	3	4	5	6	7	Présence
Statice limonium		+	+		1	+	+	6
Frankenia laevis		+	+	2	+			4
Armeria maritima	+	+	+	+	+	+		6
Festuca dumetorum Var.	+	+	+	+	·			5
Spergularia rubra	+		+		+			3
Plantago maritima	+				+			2
Juncus maritimus					3			1
Glyceria maritima						2	+	2
Obione portulacoides		+						1
Suaeda maritima	+	TR		+				3
Aster Tripolium		TR			+			2
Salicornia herbacea	+			+				2
Sedum acre					+	+	+	3
Agropyrum pungens						+	+	2
Phleum arenarium						+	+	2
Plantago coronopus						+		1
Carex arenaria						+		1
Medicago Lupulina							+	1
Crepis virens							+	1
Psamma arenaria							+	1

N° 1. — Marais d'Agon ; Petit marais, au bout de la Charrière du Commerce ; 50 m2 ; 90 % de recouvrement ; 1947, 08, 31, 4.
N° 4. — Même station à 20 cm. au-dessus du relevé précédent ; 10 m2 ; 60 % de recouvrement ; 1947, 08, 31, 4 *bis*.

Source : MNHN, Paris

N° 3. — Même station, 10 cm. au-dessus du précédent relevé, au sommet de petites buttes de sable ; 10 m2 ; 60 % de recouvrement ; 1947, 08, 31, 5.
N° 4. — Marais de Blainville, 10 cm. plus bas que la laisse des plus hautes mers de vive eau ; 20 m2 ; 50 % de recouvrement ; 1947, 09, 06, 3.
N° 5. — Même station, niveau des hautes mers de vive eau, Station à *Juncus* de 1 m. de large sur une trentaine de long ; 50 m2 ; 90 % de recouvrement ; 1947, 09, 06, 2.
N° 6. — Marais de Blainville, pelouse fixée recouverte rarement par les embruns, pente Est très légère ; 50 m2 ; 100 % de recouvrement ; 1947, 09, 06, 1.
N° 7. — Marais de Blainville partie Sud ; très sableuse où la mer arrive très rarement ; partie haute des buttes ; 10 m2 ; 80 % de recouvrement ; 1947, 09, 04, 5.

C'est seulement dans cette association qu'il faut introduire le *Statice* comme caractéristique, car il se trouve là uniquement à un haut degré de présence, alors que dans l'association précédente il ne se rencontre qu'accidentellement.

Cette association se rapproche de ce que ADRIANI (1945) appelle le laciés à *Statice limonium* de l'*Artemisietum maritimae*, auquel je l'identifierai avant plus ample information.

FIG. 22. — Succession probable des associations du tapis végétal.

c) Niveau des hautes mers de vive eau.

A ce niveau la végétation présente une bande nettement différente des zones supérieure et inférieure (cf. relevé 1947, 09, 06, 2) ; au printemps, c'est à ce niveau que sont localisées les *Cochlearia danica* qui y fleurissent magnifiquement ; mais surtout on y trouve de hautes graminées ou cypéracées : des *Agropyrum junceum* quand le sol est faiblement convert, *A. pungens* quand la végétation est fermée ; les deux quand le sol est

Source : MNHN, Paris

sec ; au contraire, quand il existe un niveau de sources, c'est une bande de *Juncus maritimus* qui apparaît ; ce jonc forme de gros touradons à végétation très serrée n'admettant pas d'autres plantes au début. Après une dizaine d'années environ, le centre de ces touffes meurt et il s'y développe des *Aster Tripolium*, *Spergularia rubra*, *Triglochin maritimum* et *Scirpus maritimus*. Quand la diminution de sel est encore plus prononcée apparaissent alors les Phragmites, puis les Menthes et les Iris ; on aboutit alors aux associations d'eau douce.

En résumé l'évolution de ces associations halophiles aboutit soit à la série des psammophiles, soit à la série des hygrophiles, toutes deux ayant leur terme ultime au climax de la région.

L'évolution de ces divers tapis végétaux est résumée dans le tableau ci-contre (fig. 22).

D. — CONCLUSION

De l'ensemble de tous ces renseignements sur les divers tapis végétaux étudiés ici, il semble bien résulter que les plantes sont beaucoup plus dépendantes des conditions édaphiques dans les zones tout à fait en bordure de la mer qu'à l'intérieur même des dunes fixées où c'est surtout l'orientation des pentes qui intervient pour fixer les tapis végétaux. Avec ces remarques, on peut essayer d'envisager maintenant quels procédés de culture seraient les plus avantageux pour l'amélioration de ces terres. C'est uniquement sur la commune d'Agon que l'amélioration, en grand, des dunes a porté. Commencée dans la deuxième moitié du siècle passé, l'amélioration ne se poursuit plus guère maintenant et l'on vit là sur un acquis.

L'amélioration se fait ordinairement par un labour suivi, la première année, d'une culture de pommes de terre, la seconde par des cultures sarclées et ensuite par une mise en luzerne qui dure environ une vingtaine d'années... quand on veut continuer l'amélioration des terres.

Je n'ai pas de documents sur les résultats anciens, mais par les améliorations que l'on constate à l'heure actuelle sur les essais de culture dans ces dunes on peut dire que ces résultats sont peu encourageants... et cela par la faute des techniques employées. En effet, avant de labourer il y a le défrichage (destruction des *Ulex* et des Troènes). Le sol mis à nu par le profond labourage (80 cm.) et qui n'est plus protégé par le couvert de la haute végétation est alors soumis à toutes les actions climatériques avec leur maximum d'intensité ; il en résulte pour le tapis végétal suivant une plus grande difficulté de croissance et les plantes des dunes mobiles (*Psamma*, *Agropyrum junceum*) apparaissent alors en assez grand nombre sans que l'on ait gagné quelque chose pour l'amélioration du sol ; on arrive donc à l'inverse du résultat escompté, le tapis végétal se rapprochant davantage de celui des dunes mobiles à la fin de l'essai qu'au début. Aussi je pense qu'il faudrait tout d'abord propager beaucoup les *Ulex* dans les jeunes dunes fixées et

Source : MNHN, Paris

cela par ensemencement à la volée ; l'on a vu que ces plantes arrivaient naturellement jusqu'à la limite des dunes mobiles. Ce mur d'ajoncs aurait de nombreux avantages : tout d'abord il romprait l'action du vent dès les premières dunes fixées et permettrait, peu de temps après leur formation, une amélioration notable des dunes fixées ; l'on a vu en effet que l'amélioration du sol se faisait surtout quand ce dernier était protégé des influences néfastes des conditions climatériques extrêmes locales, et que celles-ci étaient considérablement atténuées par la végétation arbustive.

En arrière, pourrait s'établir un rideau de Troènes à l'intérieur duquel on devrait planter le Peuplier noir qui formerait une dernière protection. Ces obstacles ainsi accumulés sur le cordon littoral donneraient un climat beaucoup moins aride aux dunes fixées. Le défrichage pourrait alors s'effectuer, mais encore de préférence seulement par petites portions au milieu de cette végétation arbustive qui doit tout le temps protéger les améliorations culturelles dans ces sables. Ces champs ainsi défrichés ne devraient pas non plus être labourés, car la mince couche d'humus ainsi formée naturellement n'est plus utilisable par la végétation herbacée si elle est enfouie trop profondément ; aussi je conseille après le défrichage un hersage pour enlever le tapis de Muscinées qui peut exister (il peut disparaître d'ailleurs de lui-même par suite de la destruction de la végétation arbustive) et aussitôt ensemencer avec de la « raclure de greniers », de préférence en automne, car dans la région les froids ne sont pas rigoureux et l'hiver peut donner une humidité nécessaire qui ne se trouverait pas au printemps. Enfin par destruction progressive des *Ulex* on pourrait agrandir les petites parcelles primitives ; mais il faut toujours laisser entre les champs un fort rideau d'arbres qui protège du vent et donne de l'ombre : conditions nécessaires pour le maintien d'un degré hygrométrique suffisant et par suite d'un tapis végétal nettement amélioré (prairie). Ainsi sans prétendre pouvoir faire de magnifiques récoltes dans ces sols trop pauvres, on améliorerait sûrement les produits de ces terrains en accélérant leur évolution vers le climax de la région et par suite en influant sur leur microclimat. Une autre amélioration serait celle du sol par apport direct d'engrais phosphatés et azotés ; une amélioration déjà sensible et qui serait pour le début nettement suffisante est donnée par l'amendement de ces sables par l'apport de « tangue » et d'algues marines, engrais qui tous deux sont déjà très employés et dont il suffirait d'intensifier l'emploi. Ainsi sans grands travaux, ni frais considérables l'on pourrait obtenir à partir de ces pelouses arides, en 15-20 ans, des prairies artificielles dont le rapport en fourrage ne serait nullement négligeable.

* * *

Je n'ignore pas ce qu'il resterait encore à faire dans cette dition tant au point de vue botanique qu'écologique, mais je pense que ces premiers résultats suffisent pour servir de base soit à des études théoriques plus poussées, soit également à des améliorations agricoles grandement souhaitables.

Source : MNHN, Paris

TABLE DES ANALYSES

Emplacements et nature des recherches.

G : granulométrie ; C : calcimétrie ; E : teneur en eau.

N° 2. — Bas de plage, 21/I/47. Coutainville ; G.
N° 3. — Plateau d'Agon, terre arable, 2/II/47 ; G, C.
N° 4. — Bas-côté route du Passous, Agon, 3/II/47 ; G, C, E.
N° 5. — Talus, route du Passous, Agon, en surface, 3/II/47 ; G, C, E.
N° 6. — Pelouse, Charrière du Val, côté Nord, 5 cm. profondeur ; 7/II/47 ; G.
N° 7. — Pente Sud, même endroit, 2 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 8. — Idem à 10 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 9. — Pente Nord, même endroit, 5 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 10. — Idem à 10 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 11. — Pelouse humide, Mare Délaissée, 5 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 12. — Idem à 20 cm. prof., 7/II/47 ; G, C, E.
N° 13. — Fosses à Picot, Pointe d'Agon, pente Ouest, 14/VIII/47, 11 h. 30 m. ; E.
N° 14. — Idem à 8 h. ; E.
N° 15. — Idem à 18 h. 50 m. ; E.
N° 16. — Pente Nord, même station, à 5 cm., 14/VIII/47, à 8 h. ; E.
N° 17. — Idem à 11 h. ; E.
N° 18. — Idem à 18 h. 50 m. ; E.
N° 19. — *Festuca*, même station, à 5 cm., 14/VIII/47, à 11 h. 30 m. ; E.
N° 20. — Idem à 18 h. 50 m. ; E.
N° 21. — Pente Sud, même station, à 5 cm., 14/VIII/47, à 8 h. ; E.
N° 22. — Idem à 18 h. 45 m. ; E.
N° 23. — Haut de Plage, Fosses à Picot, à 3 cm., 25/VIII/47, 16 h. ; C, E.
N° 24. — Idem à 20 cm., C, E.
N° 26. — Pente Ouest, Mont à Begret, à 5 cm., 25/VIII/47, à 14 h. ; C, E,
N° 27. — Idem à 10 cm. ; C, E.
N° 28. — Pente Nord, Mont à Regret, à 3 cm., 25/VIII/47, à 14 h. ; C, E.
N° 29. — Idem à 10 cm. ; C, E.
N° 30. — Fosses à Picot, Haut de plage, en surface, 25/VIII/47 ; G, C.
N° 31. — Idem à 15 cm. prof. ; G, C.
N° 32. — Pente Nord, du Mont à Regret, à 5 cm., 25/VIII/47 ; G, C.
N° 33. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 34. — Charrière dans panne humide, station XVI des *Salix*, à 4 cm., 25/VIII/47 ; G, C.
N° 35. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 36. — Pente Sud-Ouest, Mont à Regret, pelouse à *Cladonia*, à 5 cm., 25/VIII/47 ; G, C.
N° 37. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 38. — Pente Sud, Mont à Regret, partie Nord, à 5 cm. prof., 28/VIII/47 ; G, C.

Source : MNHN, Paris

N° 39. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 40. — Pente Nord, Mont à Regret, à 5 cm. prof., 28/VIII/47 ; G, C.
N° 41. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 42. — Pente Ouest, Mont à Regret, à 3 cm., 28/VIII/47 ; G, C.
N° 43. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 44. — Panne humide, Mielles d'Agon, Station X-XI de *Salix repens*, 28/VIII/47 ; G, C.
N° 45. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 46. — Laisse de mer de vive eau, Marais de Blainville, 5 cm., 6/IX/47 ; G.
N° 47. — Idem à 15 cm. ; G.
N° 48. — Association à *Juncus maritimus*, Marais de Blainville, 5 cm., 6/IX/47 ; G, C.
N° 49. — Idem à 15 cm. ; G, C.
N° 50. — Tapis à *Obione*, Marais de Blainville, à 5 cm., 6/IX/47 ; G, C.
N° 51. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 52. — Idem à 20 cm. ; G, C.
N° 53. — Pente Nord, Mont à Regret, à 3 cm., 28/VIII/47 ; E.
N° 54. — Idem à 10 cm. ; E.
N° 56. — Pente Ouest, Mont à Regret, Pelouse à *Cladonia*, à 3 cm., 28/VIII/47 ; E.
N° 57. — Idem à 10 cm. ; E.
N° 58. — Panne humide, Mielles d'Agon, Station X-XI de *Salix repens*, 28/VIII/47 ; E.
N° 59. — Idem à 10 cm. ; E.
N° 70. — *Agropyretum-boreoatlanticum*, troisième bande, Le Grand Banc, Mielles d'Agon, à 5 cm., 15/IX/47 ; G, C.
N° 71. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 72. — Dune mobile, station à *Festuca*, Fosses à Picot, 15/IX/47 ; G, C.
N° 73. — Idem à 15 cm. ; G, C.
N° 74. — Au milieu d'une charrière, Mielles d'Agon, à 5 cm., 15/IX/47 ; G, C.
N° 75. — Pré cultivé, près charrière du Commerce, à 5 cm., 15/IX/47 ; G, C.
N° 76. — Idem à 15 cm. ; G, C.
N° 77. — Pente Sud-Ouest, La Trémaillerie, Gouville, 6/IX/47 ; G, C.
N° 78. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 79. — Limite des dunes mobiles et fixées, Nord des Fosses à Picot, à 5 cm. ; 22/IX/47 ; G, C.
N° 80. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 81. — Dune mobile, station à *Festuca*, Le Grand Banc, 22/IX/47, à 5 cm. ; G, C.
N° 82. — Idem à 10 cm. ; G, C.
N° 83. — Idem à 1 ; 5 et 15 cm. ; E.
N° 83 *bis*. — Limite des dunes mobiles et fixées, Nord des Fosses à Picot, à 1 ; 5 et 15 cm. ; E.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE

ADRIANI (M. J.). — Sur la phytogéographie, la synécologie et le bilan d'eau des halophytes. Groningen, 1945.

ARÈNES (J.). — Etude sur la zone halophile en Provence. *Bul. Soc. bot. Fr.*, 1924, t. LXXI, p. 93.

— Les associations végétales de la basse Provence, Thèse Paris, 1928.

BIGOT (A). — La Basse Normandie. *Rev. Géographie*, t. VII, 1913.

BUGNON et HOUARD. — C. R. des excursions bot. de la Soc. à Portbail et la Haye-du-Puits et les marais de Gorges. *Bul. Soc. Lin. Norm.*, 6e Série, Vol. VII, 1914.

CAZALET. — Recherches bionomiques sur l'estuaire du Fremur. *Bul. Soc. Scient. Brel.*, t. XII, 1935, p. 205.

CHERMEZON. — Végétation du littoral des Asturies. *Bul. Soc. Lin. Norm.*, 7e Série, Vol. III, 1918, p. 159.

DAVY DE VIRVILLE. — Observation sur la flore marine du Cotentin. *Bul. Lab. Dinard*, 1936, f. XVI, 1938, f. XIX.

— et BELVAL (H). — Sur la flore des rochers entre Agon et Blainville. *Bul. Lab. Dinard*, 1938, f. XIX.

DUCELLIER (J.). — Dunes d'Alger. *Bev. Gén. Bot.*, t. XXIII, 1911, p. 273.

DUTERTRE (A. P.). — Esquisse biogéographique de l'estuaire de la Canche. *C. R. Soc. Bio. Géog.*, N° 28, 1927, p. 51.

GUINOCHET (M.). — Observations sur la végétation des étages montagnards et subalpins dans le bassin du Giffre (H.-S.). *Rev. Gén. Bot.*, t. LI, 1939, p. 600.

HOCQUETTE (M.). — Etude sur la végétation et la flore du littoral de la mer du Nord de Nieuport à Sangatte. *Arch. de Bot.*, t. I, Mém. 4, 1927.

— La décalcification des dunes du littoral flamand et ses rapports avec la végétation. *Bul. Soc. Lin. du Nord de la France*, t. XXV, N° 422, 1931, p. 16.

KUHNHOLTZ-LORDAT (G.). — L'association à *Corynephorus canescens* et *Helichrysum Stoechas*. Montpellier, 1927.

— Des dunes du golfe du Lion. Paris, 1923.

— Un cas de zonation dans les sables maritimes. *Feuille des Naturalistes*, 1926, p. 138.

— Une succession sur les vases salées de l'embouchure de la Seudre (Ch.-I.). *Feuille des naturalistes*, 1926, p. 145.

— La baie d'Audierne et de Douarnenez. *Ann. Ec. Nat. Agric. Montpellier*, XIX, fasc. 5, 1928.

— Association à *Rosa pimpinellifolia* et *Ephedra distachya* de la presqu'île de Quiberon. *Ann. Ec. Nat. Agric. Montpellier*, t. XX, 1931.

LEMÉE (G.). — Etude sur la végétation halophile de l'estuaire de l'Orne. *Bul. Soc. Lin. Norm.*, 8e Série, t. VI, 1933, p. 25.

LITARDIÈRE (R. de) et MALCUIT (G.). — Contributions à l'étude phytosocio-

Source : MNHN, Paris

logique du littoral du Boulonnais : l'estuaire de la Slack. *Arch. de Bot.*, Bul. mens., t. 1, 1927, p. 121.

Louis (J.) et Lebrun (J.). — Premier aperçu sur les groupements végétaux en Belgique. *Bul. Inst. Agro. et Stat. rech. Gembloux*, t. XI, N° 1-4. 1942.

Malcuit (G.). — Une excursion phytosociologique à Campo di Loro près Ajaccio. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1926, t. LXXIII.

Malcuit (G.). — Contribution à l'étude phytosociologique du littoral normand : la végétation halophile de l'estuaire de la Dives. *Livre jubilaire dédié à L. Daniel*, 1936, p. 19.

Massart (J.). Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. *Bul. Soc. Bot. Belg.*, t. XLIV-XLVI.

Meslin (R.). — Les *Hutchinsia* de la flore normande. A propos d'une nouvelle station de l'*H. procumbens* Desv. à Coutainville (Manche). *Livre jubilaire dédié à L. Daniel*, 1936, p. 459.

Monod (Th.). — La région de la Basse-Seulles. Etude bionomique. Th. Univ. Paris, 1926.

Pavillard (J.). — Le *Crithmion maritimae* autour de Biarritz. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1928, t. LXXV.

Prenant (M.). — *Trav. St. Biol. Boscoff*, fasc. 10, 1932, p. 37.

— *Arch. Zool. Exp. Gén.*, t. LXXIV, 1933.

— *C. R. Soc. Biogéo.*, 1934, N° 89, p. 17 et 1936, N° 106, p. 1.

Van der Meer. — *La Nature*, N° 3025, 15-V-1938, p. 308.

Van Goor (A. C. J.). — Un coup d'œil sur le caractère méridional de la flore sauvage de la Normandie. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1924, t. LXXI, p. 891.

Van Langendonck (H. J.). — La sociologie des schorres du Zwijn et de Philippine. *Bul. Soc. R. Bot. Belge*, t. LXV, p. 112, 1933.

Westhoff (V.). — The vegetation of dunes and salt marshes on the dutch Islands of Terschelling, Vlieland and Texel. Utrecht, 1947.

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

Planche I.

N° 1. — Vue prise vers le Nord, montrant la végétation clairsemée des *Agropyrum junceum*, petits vers la plage, plus grands sur le rebord. Grand Banc, Agon, 1942.

N° 2. — Vue prise vers le Nord, montrant les associations mobiles à gauche et les dunes fixées à droite ; Mielles d'Agon au Sud du Passous, été 1939.

N° 3. — Charrière du Val, vue prise vers l'Est, montrant la pente exposée au Sud à gauche et la pente exposée au Nord à droite, cette dernière étant couverte d'arbustes et d'une végétation importante (*Leucanthemum vulgare* en fleurs) ; Printemps 1939.

Source : MNHN, Paris

Planche II.

N° 1. - Limite entre les dunes et le haut du schorre, faciès humide à *Juncus maritimus*, au second plan le schorre horizontal, dans le fond le milieu du havre et dans les lointains les hauteurs dominant l'estuaire ; Havre de Regnéville, rive Nord, 1942.

N° 2. — Pente Sud, montrant la disposition en marches d'escalier, une touffe de Peupliers au centre, en dessous des *Ulex* et à droite des Troènes ; Agon, Mielles, 1947.

N° 3. — Touffes de *Carex arenaria*, pionnier colonisateur d'une pelouse dégradée : remarquer l'alignement des touffes et la régularité de leur espacement ; Agon, 1942.

Planche III.

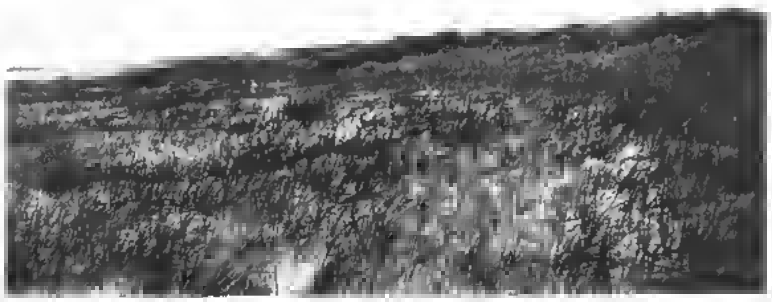
N° 1. — *Eryngium maritimum*, *Taraxacum officinale* (à gauche) et nombreux *Convolvulus* ; Agon, 1942.

N° 2. — *Crithmum maritimum* poussant dans une dune mobile, auprès des *Convolvulus Soldanella* ; Agon, 1942.

Pierre André, Imp., 244 boulevard Raspail, Paris. — Dépôt légal : 2e trimestre 1949

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris



1

2

3

Clichés Turmel

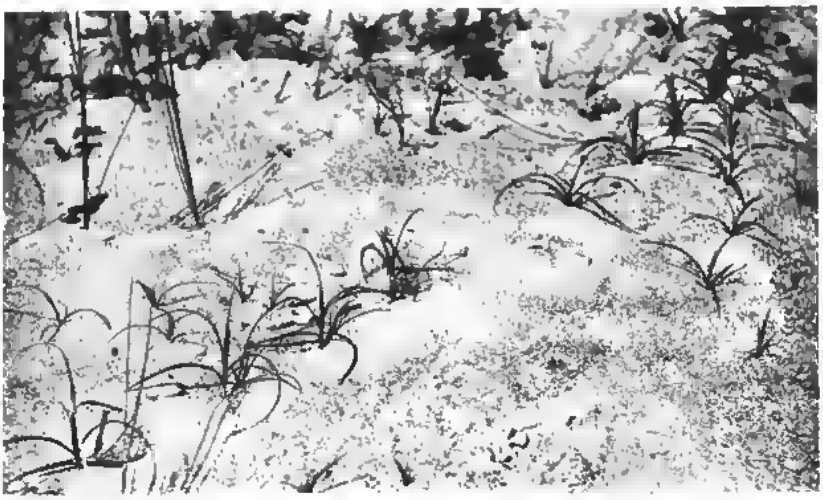
Végétation de la Côte Ouest du Cotentin

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

1

2



3

Clichés Turmel

Végétation de la Côte Ouest du Cotentin

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

1

2

Cliches Turmel

Végétation de la Côte Ouest du Cotentin

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source MNHN, Paris

Les **Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle** paraissent sans périodicité fixe. Chaque volume est formé d'un nombre variable de fascicules, publiés isolément et ne contenant qu'un seul mémoire.

Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs travaux, brochés et sous couverture. Ils s'engagent à ne pas les mettre dans le commerce.

Le prix de l'abonnement, pour un volume, est de 400 *francs* et 600 *francs pour l'étranger*.

Le montant des abonnements et les demandes de fascicules doivent être adressées au *Muséum national d'Histoire naturelle, service des ventes*, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5e).

Compte chèques postaux : Paris 124-03.

EDITIONS DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris

Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (commencées en 1802 comme *Annales du Muséum national d'Histoire naturelle*) (Un vol. par an, France : 600 fr.; Étranger : 800 fr.).

Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (commencé en 1895) (Un vol. par an. 500 fr.).

Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, nouvelle série (Sans périodicité fixe ; abonnement pour un volume : France, 400 fr.; Étranger, 600 fr.).

Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (Sans périodicité fixe ; paraît depuis 1933).

Index Seminum in Hortis Musaei Parisiensis collectorum (Laboratoire de Culture ; paraît depuis 1822 ; échange).

Notulae Systematicae (Directeur : M. H. Humbert, laboratoire de Phanérogamie ; paraît depuis 1909 ; abonnement au volume, France : 150 fr. ; Étranger : 200 fr.).

Revue française d'Entomologie (Directeur : M. le Dr R. Jeannel, laboratoire d'Entomologie ; paraît depuis 1934 ; abonnement annuel : France, 500 fr. ; Étranger, 700 fr.).

Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale (Directeur : M. A. Chevalier, laboratoire d'Agronomie coloniale ; paraît depuis 1921 ; abonnement pour la France : 400 fr. ; Étranger, 500 fr.).

Revue Algologique (Directeur : M. R. Lami, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1924 ; abonnement : France, 200 fr. ; Étranger, 260 fr.).

Revue Bryologique et Lichénologique (Directeur : Mme Allorge, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1874 ; abonnement : France, 200 fr. ; Étranger, 300 fr.).

Revue de Mycologie (anciennement *Annales de Cryptogamie exotique*) (Directeurs MM. R. Heim, J. Duché et Malençon, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1928 ; abonnement : France, 225 fr. ; Étranger, 450 fr.).

Mammalia (Directeur : M. E. Bourdelle, laboratoire de Zoologie, Mammifères et Oiseaux ; paraît depuis 1936).

Bulletin du Laboratoire maritime du Muséum national d'Histoire naturelle à Dinard (Directeur : M. Ed. Fischer, laboratoire maritime de Dinard ; suite du même *Bulletin à Saint-Servan* ; paraît depuis 1928 ; prix variable par fascicule).

Bulletin du Musée de l'Homme (Directeur : M. P. Rivet, place du Trocadéro ; paraît depuis 1931), n'est envoyé qu'aux membres de l'Association des Amis du Musée de l'Homme.

Recueil des Travaux du Laboratoire de Physique végétale (Laboratoire de Physique végétale ; paraît depuis 1927 ; échange).

Travaux du Laboratoire d'Entomologie (Laboratoire d'Entomologie ; paraît depuis 1934 ; échange).

Source : MNHN, Paris